

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación y establecimiento de protocolos en terneras lactantes en la
finca Hacienda La Esmeralda, Panamá

Estudiante

Ana Patricia Espinoza Valdés

Asesores

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Marielena Moncada, Ph.D.

Honduras, octubre 2024

Autoridades

Sergio Andrés Rodríguez Royo

Rector

Ana M. Maier Acosta

Vicepresidenta y Decana Académica

Celia O. Trejo Ramos

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Agradecimientos

Agradezco a la finca Hacienda La Esmeralda S.A. y sus colaboradores, en especial al Sr. Daniel Peterson, por la oportunidad de trabajar en el área de manejo y cría de terneras de sus lecherías, por la confianza y ayuda durante toda la investigación.

Contenido

Agradecimientos	3
Contenido.....	4
Índice de Cuadros.....	6
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos	14
Ubicación	14
Descripción de la Empresa.....	14
Desarrollo del Estudio.....	14
Selección de Terneras	15
Protocolo de Limpieza y Desinfección	15
Protocolo del Recibo de Nuevas Terneras	15
Protocolo de Alimentación	16
Variables Analizadas	19
Ganancia Total de Peso (GTP) (kg).....	19
Ganancia Diaria de Peso (GDP) (kg)	19
Altura a la Cruz (AT) (cm)	19
Consumo de Alimento (CA) (kg).....	19
Concentración de Proteínas Séricas (g/dL)	20
Prevalencia, Clasificación y Duración de las Diarreas	20
Evaluación de Costos	20

Protocolo Propuesto en el Grupo Nukamel Yellow®	21
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	21
Resultados y Discusión.....	22
Ganancia Diaria de Peso (GDP) y Altura a la Cruz (cm).....	22
Concentración de Proteínas Séricas.....	24
Prevalencia, Clasificación y Duración de las Diarreas	25
Evaluación de Costos del Protocolo de Alimentación.....	29
Conclusiones	40
Recomendaciones.....	41
Referencias.....	42
Anexos.....	46

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Distribución del suministro de lactoreemplazador Nukamel Yellow® por ternera.....	17
Cuadro 2 Composición nutricional del lactoreemplazador Nukamel Yellow®	18
Cuadro 3 Composición (%) de Nutrientes Concentrado Calfy One® de Cooleche, R.L.....	18
Cuadro 4 Clasificación de las diarreas de acuerdo con la tabla de puntuación de la salud de terneros propuesta por la Universidad de Wisconsin, Madison (2015).....	20
Cuadro 5 Ganancia diaria de peso (kg) y altura a la cruz (cm) de terneras del grupo Nukamel en la finca Hacienda la Esmeralda	22
Cuadro 6 Consumo del alimento concentrado en materia fresca en terneras del grupo Nukamel.....	23
Cuadro 7 Valores medios de las proteínas séricas totales en sangre (g/dL) de las terneras 24 horas después del suministro de calostro en ambos grupos.....	24
Cuadro 8 Clasificación de puntaje de las diarreas en la finca Hacienda La Esmeralda, con base en la tabla propuesta por la Universidad de Wisconsin, Madison (2015).....	25
Cuadro 9 Valor porcentual de terneras sanas por grupos en la finca Hacienda La Esmeralda	27
Cuadro 10 Duración media de las diarreas (días) por grupos en el área de cría en la finca Hacienda la Esmeralda.....	28
Cuadro 11 Costos del lactoreemplazador Nukamel Yellow® y el concentrado Calfy One® del programa de alimentación propuesto por ternera	30

Índice de Figuras

Figura 1 Recolección de calostro	31
Figura 2 Suministro de calostro en terneras recién nacidas.....	32
Figura 3 Protocolo para la medición de proteínas séricas con el refractómetro óptico	33
Figura 4 Protocolo de preparación del lactoreemplazador Nukamel Yellow®	34
Figura 5 Protocolo de alimentación y registro de las terneras al llegar al área de cría.....	35
Figura 6 Protocolo de medicación preventiva para las terneras en lactancia.....	36
Figura 7 Protocolo de limpieza y desinfección del área de cría de terneras	37
Figura 8 Limpieza y desinfección dentro del área de cría en la finca Hacienda La Esmeralda	38
Figura 9 Protocolo de monitoreo de diarreas en las terneras de cría de la finca Hacienda La Esmeralda	39

Índice de Anexos

Anexo A Instalaciones del área de levante de terneras en lactancia	46
Anexo B Limpieza de cunas.....	47
Anexo C Medición de calostro	48
Anexo D Toma de peso con cinta de medición torácica	49
Anexo E Estimulación para enseñar a la ternera a beber del balde	50
Anexo F Muestra de sangre para medir proteínas séricas con el refractómetro	51

Resumen

La cría artificial de terneras es común en explotaciones lecheras para reducir costos y aumentar la supervivencia de los animales de reemplazo. Este estudio, realizado en la finca Hacienda La Esmeralda, Boquete, Panamá, tuvo como objetivo evaluar un programa de cría y manejo de terneras Holstein en lactancia, introduciendo mejoras en limpieza de instalaciones y equipo, alimentación y medicación preventiva. El grupo tratamiento incluyó un protocolo de limpieza y desinfección más frecuente, medicación preventiva mejorada y el uso del lactoreemplazador Nukamel Yellow® junto con el concentrado iniciador Calfy One® desde el día 5 de vida, en lugar de leche de transición. Se utilizaron 18 terneras divididas en dos grupos: un grupo control (CTR) y un grupo tratamiento (Nukamel). Los resultados mostraron una menor ($P \leq 0.10$) prevalencia de las diarreas (60.22% vs 66.03% para los grupos Nukamel y CTR, respectivamente), menor duración ($P \leq 0.10$) de las diarreas (2.27 vs 3.48 días para el grupo Nukamel y CTR, respectivamente). Se obtuvo un mayor nivel de proteínas séricas totales a las 24 horas de nacidos con valores de 6.68 vs 4.85 g/dL para Nukamel y CTR ($P < 0.0001$). Se logró una ganancia de peso acumulada y altura a la cruz a los 60 días de 33.66 kg y 12.88 cm para el grupo Nukamel; el costo total para el protocolo propuesto fue de 113.92 USD. Se concluye que la implementación de los protocolos en el grupo Nukamel tuvieron un impacto positivo en el manejo del área de cría de la finca Hacienda La Esmeralda.

Palabras clave: Costos de alimentación, diarreas, manejo integral, prevención de enfermedades, salud animal.

Abstract

Artificial rearing of calves is common on dairy farms to reduce costs and increase the survival of replacement animals. This study, conducted at Hacienda La Esmeralda, Boquete, Panama, evaluated a management and rearing program for lactating Holstein's calves that included improvements in cleaning procedures for equipment and facilities, feeding, and preventive medication. The treatment group included a more frequent cleaning and disinfection protocol, improved preventive medications, Nukamel Yellow® milk replacer, and Calfy One® starter concentrate from day 5 of life instead of transition milk. Eighteen calves were used in two groups: a control group (CTR) and a treatment group (Nukamel). Results showed a lower ($P \leq 0.10$) prevalence of diarrhea (60.22% vs 66.03% for Nukamel and CTR groups, respectively), shorter duration ($P \leq 0.10$) of diarrhea (2.27 vs 3.48 days for Nukamel and CTR groups, respectively). A higher total serum protein level was obtained 24 hours after birth with values of 6.68 vs. 4.85 g/dL for Nukamel and CTR ($P < 0.0001$). Cumulative weight gain and height at withers at 60 days were 33.66 kg and 12.88 cm for the Nukamel group; the total cost of the proposed protocol was 113.92 USD. It is concluded that the implementation of the protocols in the Nukamel group had a positive impact on the management of the breeding area of the Hacienda La Esmeralda farm.

Keywords: Animal Health, disease prevention, diarrheas, feed costs, integrated management.

Introducción

Con el crecimiento de la industria lechera, la reducción de costos en la cría de animales es crucial, dado que representan el 60% de los costos totales de producción (Pirlo et al., 2000; Salazar-Carranza et al., 2013). La cría y manejo de terneras de reemplazo son esenciales para maximizar el potencial genético y el rendimiento productivo de la empresa. Los altos índices de mortalidad en una producción lechera son influenciados por el manejo, las condiciones ambientales y la salud de las terneras (Elizondo, 2013). Por ello, es crucial implementar programas que optimicen los recursos y mejoren las condiciones de cría, especialmente en la fase de lactancia, cuando los animales son más vulnerables (Elizondo, 2015).

En el área de cría de terneras, la limpieza y desinfección constante en las instalaciones, junto con la medicación preventiva al recién nacido, son aspectos por tomar en cuenta para combatir los altos niveles de mortalidad en el área de cría de terneras. Un entorno limpio es fundamental para reducir la incidencia de enfermedades, como las diarreas, y reducir cargas de patógenos en el área. Las prácticas inadecuadas en la limpieza y desinfección de las cunas, en conjunto con altos niveles de humedad de las zonas tropicales, generan un ambiente desfavorable que puede aumentar la susceptibilidad a padecer enfermedades, generar estrés y poner en peligro la vida de las terneras (Somex, 2024; Varela, 2011). En cuanto a la medicación preventiva, se debe emplear la vacunación de las madres y reducir el uso de antibióticos, combinado con el uso de vitaminas y minerales que asegurarán el bienestar de las terneras (Asanza y Castellanos, 2011).

Delgado (2001) destaca la importancia de un manejo adecuado de las terneras para prevenir problemas de salud, especialmente la diarrea, la cual es una de las principales causas de mortalidad en los primeros días de vida. Los recién nacidos son especialmente vulnerables debido a su dependencia de cuidados externos. La diarrea puede llevar rápidamente a deshidratación, acidosis y desequilibrio electrolítico, poniendo en peligro la vida del animal. No obstante, con un manejo

oportuno y terapias de líquidos, es posible controlar la enfermedad y aumentar las probabilidades de supervivencia.

En el aspecto de alimentación, se conoce que, aunque la crianza en la industria lechera no está estandarizada y varía en función de los recursos y tecnologías disponibles (Hazard, 2004), la mayoría de las explotaciones emplean la crianza artificial. En la crianza artificial se utilizan sustitutos lácteos para reducir el uso de leche entera y favorecer el desarrollo digestivo temprano (Bernáldez et al., 2016; Dichio et al., 2015). Esto permite optimizar el impacto económico en las empresas, ya que se puede destinar toda la producción de leche entera a su venta y comercialización (Soutto y Ubilla, 2015).

Dentro los primeros 60 días de vida del animal, su dieta se basa en una alimentación líquida, que incluye el calostro, leche entera o lactoreemplazador, complementada con un concentrado adecuado y agua limpia, lo cual es vital para su desarrollo. Es importante mantener un control del suministro lácteo para satisfacer sus necesidades nutricionales y estimular el consumo de alimentos sólidos, como el concentrado (Lanuza, 2006; Nemocón-Cobos et al., 2020). Así mismo, es importante la ingesta de calostro de alta calidad en las primeras horas, ya que está compuesto por proteínas y péptidos antimicrobianos que fortalecen el sistema inmunológico, promoviendo un desarrollo óptimo del animal (Angulo et al., 2015; Sangild et al., 2021; Stelwagen et al., 2009). La administración temprana incrementa los niveles de inmunoglobulinas en la sangre, sin embargo, la capacidad de absorción disminuye considerablemente después de las primeras 48 horas, lo que resalta la importancia de ofrecer calostro de alta calidad de manera inmediata tras el nacimiento (Arancibia, 2009; Weaver et al., 2000). Además de la importancia del calostro, durante la etapa de lactancia, existen sustitutos para la leche entera que están diseñados para cubrir los requerimientos nutricionales de las terneras. El auge de los lactoreemplazadores se da por su bajo costo, mejorando la eficiencia económica de las explotaciones ganaderas (Garzón, 2007; Ramos et al., 2013). Productos como Nukamel Yellow®, ayudan a promover el consumo temprano de concentrado. Nukamel Yellow®

es un producto desarrollado por AFGRI, una empresa con sede en los Países Bajos. Este es un sustituto lácteo que, inicialmente, fue diseñado para terneros. Este producto contiene un 10% de leche entera en polvo y un alto contenido proteico, logrado mediante la combinación de subproductos lácteos (suero y caseína). Además, incluye inmunoglobulinas naturales que fortalecen el sistema digestivo del animal, brindando protección a nivel intestinal (Durand, 2024; Sumitec, 2020; Topcalf, 2024).

En la finca Hacienda La Esmeralda, se identificaron diversos factores que tienen un impacto negativo en el crecimiento y desarrollo de las terneras. Entre estos factores están el protocolo de limpieza y desinfección, la medicación preventiva, el protocolo de alimentación y la prevalencia de diarreas. Los diagnósticos han revelado problemas específicos como una elevada mortalidad, deficiencias en el manejo del calostro y la presencia de enfermedades. Se observaron deficiencias en el plan de limpieza y desinfección de los baldes y pisos, las cuales no mantenían una frecuencia requerida. Así mismo, se observaron inconsistencias en el programa de alimentación, incluyendo un manejo deficiente del calostro. Las terneras recibían calostro y leche de transición sin un control riguroso sobre la calidad y cantidad, lo que pudo ocasionar variaciones en su nutrición y desórdenes gastrointestinales. Durante la etapa de lactancia, se observó un aumento en la prevalencia de diarreas, particularmente en los días de cambio de la leche de transición al lactoreemplazador Nukamel Yellow®, lo que resalta la importancia de abordar estos problemas para mejorar el desarrollo y bienestar de los animales en el área.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar y proponer mejoras en los procedimientos de manejo de terneras durante su periodo de lactancia en la finca Hacienda La Esmeralda. Además, medir los niveles de proteínas séricas y la absorción de inmunoglobulinas en las terneras tras el consumo de calostro. Así mismo, analizar el efecto del lactoreemplazador Nukamel Yellow® en la prevalencia de diarreas, y análisis de costos de los protocolos de alimentación.

Materiales y Métodos

Ubicación

El proyecto se realizó en la finca Hacienda La Esmeralda, ubicada en la provincia de Chiriquí, Boquete, en el corregimiento de Palmira, Panamá en el área de cría y levante de terneras de reemplazo. La finca está a una altura de 1,096 msnm, con una precipitación anual de 2,500 mm; con temperaturas de 15 °C a 26 °C. El estudio se realizó en los meses febrero-mayo de 2024, con una duración total de 80 días, periodo en el que se analizaron los protocolos de manejo y nutrición de las terneras, la toma de muestras y datos.

Descripción de la Empresa

La finca Hacienda La Esmeralda es una empresa dedicada a la producción de leche a nivel nacional. Cuenta con 1475 vacas en ordeño divididas en 8 fincas lecheras de diferente capacidad, con salas de ordeño de espina de pescado. En las dos fincas de mayor tamaño se centraliza la cría y levante de terneras. El estudio se llevó a cabo en la lechería Principal, donde llegan todas las novillas y vacas prontas a parir. Una semana antes de la fecha estimada de parto, se transporta cerca al área de cría y levante, asegurando el menor estrés posible para el neonato.

Se cuenta con un aproximado de 50 cunas con dimensiones de 1.50 m × 1.0 m donde el ternero pasa sus primeros 60 días de vida. En las cunas se da el proceso de alimentación con calostro, introducción a alimento sólido (concentrado), protocolos de sanidad y observación del desarrollo de la ternera. Al cumplir los 60 días la ternera es movida al área de levante, donde es agrupada con otras terneras de la misma edad y peso.

Desarrollo del Estudio

Se evaluaron los protocolos de manejo de crianza implementados en la finca Hacienda La Esmeralda y se observaron los puntos débiles del protocolo, como: deficiencias en consumo de alimento sólido, presencia de diarreas, limpieza y desinfección del área de cría, y la medicación preventiva. Se tomaron como guía los manuales de manejo utilizados en la Escuela Agrícola

Panamericana, Zamorano, literatura y documentos relacionados a protocolos de manejo del recién nacido en industrias lecheras para llevar a cabo el estudio.

Selección de Terneras

Se seleccionaron 18 terneras recién nacidas de la raza Holstein las cuales fueron divididas en dos grupos de nueve terneras. Los animales se dividieron por día de nacimiento en el grupo control (CTR) y el grupo Tratamiento (Nukamel). El grupo CTR, mantuvo los protocolos ya establecidos en la finca y en el grupo Nukamel se realizaron diferentes ajustes en los protocolos de manejo, limpieza, alimentación y medicación preventiva. Cada ternera del experimento se consideró como una unidad experimental dentro de la investigación.

Protocolo de Limpieza y Desinfección

El protocolo de limpieza y desinfección en el grupo CTR se realizaba cada 15 días. Este protocolo consistía en la limpieza de los baldes para la leche y el concentrado con una dilución de (1:10) partes de agua y jabón Vel[®], respectivamente. Posterior a esto, se secaban los baldes y se ubicaban de vuelta en las cunas. Cada mes se realizaba una limpieza de toda el área de crianza (paredes, piso y cunas) con jabón clorado Laxer G3[®] y yodo a forma de desinfección, sin medidas o diluciones.

El protocolo de limpieza y desinfección en el grupo Nukamel, proponía la limpieza diaria de los baldes en los que se ofrecía la leche y el concentrado, con la misma dilución de agua y jabón empleada por el grupo control. Se realizaban limpiezas de las cunas dos veces por semana con jabón clorado Laxer G3[®] y yodo en los pisos a forma de desinfección, sin medidas o diluciones. Se asperjaba Fulminant 10[®] en la periferia de las cunas para controlar y reducir la incidencia de moscas. Y se mantuvo la limpieza mensual del protocolo del grupo CTR mencionado anteriormente.

Protocolo del Recibo de Nuevas Terneras

El protocolo de recibo de terneras recién nacidas en el grupo CTR consistía en el registro datos como: registro de numero único de la madre del animal, fecha de nacimiento. Luego se realizaba la

medicación preventiva, iniciando con la curación del ombligo con yodo al 7% y aplicación de 4 mL de oxitetraciclina (Emicina® LA) de manera intramuscular. Así mismo, se suministraba calostro en las primeras horas luego de la llegada del neonato y la ubicación de la ternera en la próxima cuna disponible.

En el protocolo de recibo de terneras del grupo Nukamel, se propuso implementar los mismos registros tomados en el grupo CTR. Se adicionó la medición del peso y la altura del animal, calidad de calostro (≥ 50 mg/mL), aplicación de vitaminas [3 mL de hierro (Intrafer-100®) y 1 mL de vitamina ADE (Complejo AD3E®)]. Se cambió el proceso de curación del ombligo de un único día a tres días de tratamiento empleando yodo al 7%.

Protocolo de Alimentación

El protocolo de alimentación en el grupo CTR consistía en: dos días de suministro de calostro, seguido de 19 días de leche de transición y por último 39 días del lactoreemplazador Nukamel Yellow® (Cuadro 3). La oferta de alimento sólido Calfy One® (Cuadro 4) no tenía día específico de introducción al protocolo de alimentación, dejándolo a consideración del personal en el área de cría.

El protocolo de alimentación en el grupo Nukamel, proponía: ofrecer calostro de calidad superior (≥ 50 mg/mL) los dos primeros días de vida, teniendo también en consideración la temperatura y la cantidad. La calidad del calostro fue medida con un calostrómetro que tiene una escala de tres colores. El rojo refleja un calostro de baja calidad de inmunoglobulinas (≤ 20 mg/mL), el amarillo indica un calostro de calidad media (21-49 mg/mL) y el color verde comprende el calostro de alta calidad (≥ 50 mg/mL). Se reforzó y se garantizó que las terneras recibieran 2 L de calostro en las primeras cuatro horas de nacidas. Se comprobó la absorción de inmunoglobulinas mediante muestras de sangre en las terneras tomadas de la vena yugular 24 h posteriores a la ingestión del calostro. Estas muestras se dejaron reposar aproximadamente seis horas para que el suero se separara de la sangre, luego se realizaron las mediciones de cada una de las terneras del grupo. Después de los dos días de calostro, se les ofrecieron dos días de leche de transición. Al iniciar el día 5 se les realizó el cambio al

lactoreemplazador Nukamel Yellow® y se inició la alimentación con el concentrado iniciador Calfy One®. El cambio de la leche de transición al lactoreemplazador se ejecutó de forma gradual, suministrando 1 L del lactoreemplazador en tres raciones al día (7:00 am, 10:00 am y 1:00 pm) los días 5 y 6. En el día 7 se incrementó a 4 L de leche diarios por ternera dividido en dos raciones al día (7:00 am y 1:00 pm). Se mantuvo la misma cantidad en la semana 2, luego fue incrementando de la semana 3 a la 5. De la semana 6 a la 8 se redujo progresivamente la oferta de leche para preparar a la ternera para su etapa de destete (Cuadro 1).

Cuadro 1

Distribución del suministro de lactoreemplazador Nukamel Yellow® por ternera

Distribución	Consumo de Litros/día						
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4 y 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
A.M	2	2	2.5	3	2.5	2	1.5
P.M	1	2	2.5	3	2.5	2	1.5
Total, L/día	3	4	5	6	5	4	3

Nota. Etiqueta del producto.

La distribución en la oferta de lactoreemplazador se observa en el Cuadro 1. En cuanto a la preparación del lactoreemplazador, se manejó el procedimiento propuesto por el producto. Para obtener 1 L de leche se utilizó 145 g del lactoreemplazador y 1 L de agua potable. En el área se contó con una mezcladora para la preparación de la leche con capacidad de 125 L. La cantidad de litros a preparar dependió del número de terneras y la cantidad de leche que iban a consumir cada una. Al finalizar la preparación de la leche se tomó la temperatura para asegurar que fuera la correcta.

La alimentación sólida se realizó con el concentrado iniciador Calfy One®. Este es un concentrado en pellets con hojuelas y es utilizado en terneras de 0 a 3 meses de edad. La inducción de este alimento se realizó de forma progresiva. Se inició ofreciéndoles 100 g del concentrado en el día 5, e iba incrementando a medida la ternera lo consumiera por completo. Todas las mañanas se realizó una revisión de los baldes de concentrado. Se lavaron aquellos baldes que tenían concentrado húmedo y se diferenciaron las terneras que habían dejado los baldes sin alimento, para ofrecerles una

cantidad mayor. En el transcurso del día se estimulaban las terneras moviendo el alimento que tenían en los baldes y se les suministraba un poco más de alimento a las terneras que tenían baldes vacíos.

Así mismo, se registró la cantidad que se suministraba por día en las terneras.

Cuadro 2

Composición nutricional del lactoreemplazador Nukamel Yellow®

Componentes	(%)
Proteína	24.0%
Grasa	20.0%
Ceniza	8.0%
Fibra	0.1%
Humedad	4.0%
pH	5.8-6.3
Lactosa	42.5%
Inmunoglobulinas	1500 ppm
Aceite de mantequilla	2500 ppm
Lisina	2.00%
Metionina	0.50%
Treonina	1.20%

Nota: Etiqueta del producto. Información nutricional basada en porcentajes.

Cuadro 3

Composición (%) de Nutrientes Concentrado Calfy One® de Cooleche, R.L.

Componente	%
Humedad	14.50%
Materia Seca	85.50%
Proteína Cruda	25.00%
Nitrógeno no proteico máx.	NA
Fibra Cruda	6.00%
Grasa	3.50%
Calcio min.	0.50%
Calcio máx.	1.30%
Fósforo min.	0.17%
Fósforo máx.	0.43%
NaCl máx.	1.30%
Energía Neta de Ganancia	1200 kcal/kg

Nota: Etiqueta del producto. Información nutricional basada en porcentajes.

Variables Analizadas

Se evaluaron las siguientes variables:

Ganancia Total de Peso (GTP) (kg)

Representó el peso acumulado durante el tiempo de la investigación. Para este parámetro se tomó el peso inicial de cada ternera y el peso final al día 60, usando la ecuación [1]:

$$GTP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} \quad [1]$$

Ganancia Diaria de Peso (GDP) (kg)

Representa el peso que ganó la ternera a lo largo de la investigación. Para su cálculo se tomó en cuenta el peso de cada ternera al nacimiento, 30 y 60 días, para lo cual se usó la cinta métrica para la circunferencia torácica y evaluando los datos con la ecuación [2]:

$$GDP = \frac{GTP}{\text{Tiempo}} \quad [2]$$

Altura a la Cruz (AT) (cm)

Se midió la altura de la ternera parada en una superficie plana, desde la base de la pezuña del miembro anterior a la altura de la cruz utilizando una cinta métrica y un nivel. Se realizó la medición de la altura al nacimiento, 30 y 60 días, utilizando la siguiente ecuación [3]:

$$AT = \text{Altura final} - \text{Altura inicial} \quad [3]$$

Consumo de Alimento (CA) (kg)

Se evaluó el alimento consumido y rechazado. Se pesó en kilogramos la cantidad ofrecida y la cantidad rechazada por ternera [4]:

$$CA = \text{Cantidad ofrecida} - \text{Cantidad rechazada} \quad [4]$$

Concentración de Proteínas Séricas (g/dL)

Se realizó la medición de proteínas séricas en la sangre de las terneras, tomando una muestra de sangre de la vena yugular 24 h después del suministro de calostro de calidad superior y dejándola reposar seis horas para la separación del suero de la sangre. Posteriormente se realizó la lectura utilizando una pipeta, tomando un poco de la muestra del suero y colocándolo en la placa del refractómetro óptico. Al finalizar la lectura, se lavó la pipeta y la placa con agua y se secó con papel toalla. Este procedimiento se realizó con todas las muestras. El valor mínimo aceptable con estas lecturas es de 5.5 g/dL. Valores inferiores a este representan baja concentraciones de inmunoglobulinas transferidas al neonato (Jubert, 2024).

Prevalencia, Clasificación y Duración de las Diarreas

El grupo CTR no tenía registro de incidencia de diarreas. En el grupo Nukamel se realizó un seguimiento diario de prevalencias de diarreas, empleando el sistema de clasificación de la apariencia de las heces de la Universidad de Wisconsin-Madison (Cuadro 4)

Cuadro 4

Clasificación de las diarreas de acuerdo con la tabla de puntuación de la salud de terneros propuesta por la Universidad de Wisconsin, Madison (2015)

Parámetro	Niveles			
	0 (normal)	1 (regular)	2 (moderado)	3 (grave)
Apariencia de las heces	Heces normales con consistencia de flan	Heces pastosas semiformadas con consistencia de yogur	Heces líquidas, con consistencia suficiente para quedar a la vista encima de la cama.	Heces acuosas que atraviesan el material de cama.

Nota. Adaptada de la tabla de puntuación de la salud de terneros. (Sumitec, 2020; Universidad de Wisconsin-Madison, 2015)

Evaluación de Costos

Los costos de alimentación se analizaron en función de la duración del estudio, tomando en cuenta un periodo de 60 días por animal. Este análisis se llevó a cabo exclusivamente en el grupo

Nukamel Yellow[®], ya que en el grupo CTR la oferta de leche presentó una considerable variabilidad a lo largo de la alimentación.

Protocolo Propuesto en el Grupo Nukamel Yellow[®]

Se elaboraron protocolos para la finca Hacienda La Esmeralda, explicando cada una de las actividades que se deben realizar en el área de cría de terneras.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de comparación de muestras independientes, tomando cada ternera como una unidad experimental; para la variable concentración de proteínas séricas se aplicó una prueba t-Student para muestras independientes. En las variables de prevalencia, clasificación y duración de las diarreas se utilizó la prueba de Friedman y la prueba de t-Student para muestras independientes con un valor de significancia exigido de $P \leq 0.10$ utilizando el paquete estadístico SAS[®] versión 9.4. Las variables ganancia diaria de peso y altura a la cruz se analizaron con procedimientos de estadística descriptiva no paramétrica.

Resultados y Discusión

Ganancia Diaria de Peso (GDP) y Altura a la Cruz (cm)

La ganancia diaria de peso (GDP) y la altura a la cruz (solo se tomó a las terneras en el grupo Nukamel, sin compararse con el grupo CTR por faltas de protocolo de la finca Hacienda La Esmeralda). Se registró el peso de las terneras al nacimiento, 30 días y 60 días (34.66, 53.55 y 68.33 kg, respectivamente) y se calculó la ganancia de peso promedio del 0-30 días, 30-60 días y el peso acumulado al destete (18.88 ± 6.67 , 14.77 ± 5.65 y 33.66 ± 4.82 kg, respectivamente). De igual manera, se registró la altura de las terneras al nacimiento, 30 días y 60 días (73.55 ± 3.97 , 82.11 ± 3.10 y 86.44 ± 1.87 cm, respectivamente) y se calculó el crecimiento promedio del 0-30 días, 30-60 días y crecimiento acumulado al destete (8.55 ± 1.94 , 4.33 ± 2.44 y 12.88 ± 2.89 cm) (Cuadro 5).

Cuadro 5

Ganancia diaria de peso (kg) y altura a la cruz (cm) de terneras del grupo Nukamel en la finca

Hacienda la Esmeralda

Variables	Unidad	Nacimiento	30 días	60 días	Ganancia de 0-30 días	Ganancia de 30-60 días	Acumulado
Peso	kg	34.66 ± 4.82	53.55 ± 7.93	68.33 ± 6.50	18.88 ± 6.67	14.77 ± 5.65	33.66 ± 4.82
Altura	cm	73.55 ± 3.97	82.11 ± 3.10	86.44 ± 1.87	8.55 ± 1.94	4.33 ± 2.44	12.88 ± 2.89

Como se menciona anteriormente, dentro de los protocolos de manejo de la finca Hacienda La Esmeralda no tomaban en cuenta el registro de los pesos y altura de las terneras que llegaban al área de crianza y al destete. Por ello, no se contempló el registro de los datos del grupo CTR. Las terneras mostraron una ganancia de peso más precoz en los primeros 30 días de vida con 18.88 kg (Cuadro 5). Estos resultados son similares a los que obtuvo Miller-Cushon y DeVries (2016), asegurando que esta ganancia de peso se debe al desarrollo del sistema digestivo del animal, específicamente el desarrollo retículo-ruminal. Es beneficioso para una empresa tan grande como la finca Hacienda La Esmeralda, el conocer sus ganancias de peso y altura a la cruz al destete para estimar ciclos productivos de sus animales. En relación con la altura, las terneras presentaron una altura promedio de 73.55 cm al nacimiento (Cuadro 5). En la segunda medición de altura, se obtuvo un

promedio de 82.11 cm, lo que significa que tuvieron una ganancia de altura de 8.55 cm desde el nacimiento hasta los 30 días. En la medición de altura a los 60 días, se registró una altura promedio de 86.44 cm, con una ganancia de 4.33 cm de los 30 a los 60 días. Dando como resultado una ganancia acumulada de altura en los 60 días de 12.88 cm. Estos resultados son superiores a los registrados por Kehoe et al. (2007), quienes registraron una altura a la cruz de 85.1 cm empleando el uso de lactoreemplazadores con 25% de proteína cruda. Diferentes autores como De-Paula Vieira et al. (2012); Jensen y Larsen, (2014) y Miller-Cushon y DeVries (2016), aseguran que, una restricción en el tiempo de oferta de leche o lactoreemplazador ayudan al desarrollo del comportamiento exploratorio del animal, reflejándose así mayores visitas a los comederos, promoviendo el crecimiento, y consumo temprano de alimentos sólidos; mejorando las ganancias de altura y peso diario de los animales.

El consumo de alimento sólido de terneras dentro del grupo Nukamel del día 0-30, 31-60 y el consumo acumulado fue de 0.74 ± 0.19 , 2.06 ± 1.07 y 2.80 ± 1.26 , respectivamente (Cuadro 6). Los valores de consumo fueron tomados por animal individualmente y promediados semanalmente. Estos datos se ven reflejados en consumo de concentrado en materia fresca.

Cuadro 6

Consumo del alimento concentrado en materia fresca en terneras del grupo Nukamel

Tratamiento	Consumo 0-30 días (kg)	Consumo 31-60 días (kg)
Nukamel	0.74 ± 0.19	2.06 ± 1.07

Nota. El consumo de alimento fresco fue evaluado únicamente en el grupo tratamiento (Nukamel).

En los primeros 30 días de vida se observan consumos bajos con relación al consumo al día 60. Estos resultados son similares a Miller-Cushon y DeVries (2016), donde se explica que en las primeras semanas de vida la nutrición de las terneras es primordialmente a través de leche entera y/o lactoreemplazadores. Además, Miller-Cushon y DeVries (2016), menciona que estos bajos consumos de concentrado se deben al poco desarrollo del rumen. Sin embargo, en la tercera semana de vida las terneras tienden a desarrollar un comportamiento exploratorio ya que la restricción de leche las lleva a buscar maneras de saciar su hambre. Estudios como los de Ruiz-Villarreal et al. (2020) destacan la

importancia de mantener un control del lactoreemplazador, debido a que favorece a que el animal tenga un mayor interés en el consumo de alimento seco, lo que beneficia al desarrollo de las papilas ruminales de las terneras en esta etapa. Del día 31 al 60 se da un pico de crecimiento en las terneras ya que el tracto digestivo y el rumen están desarrollados y les permiten tener un mayor consumo de alimento sólido.

Concentración de Proteínas Séricas

Se observó, a través de un refractómetro óptico, que las terneras del grupo CTR presentaban niveles de proteínas séricas significativamente menores ($P = 0.0001$) a las terneras en el grupo Nukamel (4.85 ± 0.66 g/dL vs 6.68 ± 0.56 g/dL, respectivamente) (Cuadro 7).

Cuadro 7

Valores medios de las proteínas séricas totales en sangre (g/dL) de las terneras 24 horas después del suministro de calostro en ambos grupos

Tratamiento	Proteínas totales (g/dL)	EE±
CTR	4.85 ± 0.66	0.223
Nukamel	6.68 ± 0.56	0.189
P	<0.0001	

Nota. CTR= grupo control, Nukamel= grupo tratamiento. EE± = Error Estándar. Nivel de significancia p. ≤ 0.10

La falta de estandarización en los procesos de recolección y clasificación de calostro dentro de los protocolos de alimentación de la finca Hacienda La Esmeralda estaban siendo perjudiciales para la transferencia de inmunidad pasiva de las terneras. El protocolo sugerido en el grupo Nukamel, presentó una respuesta a la problemática del calostro. La selección y oferta de calostro de alta calidad (≥ 50 mg/mL) a las terneras representó un aumento en la inmunidad pasiva de las terneras en las primeras 24 horas (Cuadro 7).

La cantidad de inmunoglobulinas (IgG) en el calostro al momento del parto es altamente variable, influenciada por diversos factores en las vacas lecheras. Existe una relación inversa entre la concentración de IgG y el volumen de calostro producido; es decir, las vacas de alta producción pueden tener calostro con bajas concentraciones de IgG, incluso en el primer ordeño postparto. La

pérdida de calostro debido al goteo en los últimos días de gestación es una de las principales causas de la disminución de inmunoglobulinas, al igual que el ordeño antes del parto. Además, el calostro de las vacas primerizas suele tener menos IgG en comparación con el de vacas con más partos. La concentración de inmunoglobulinas en el calostro aumenta de manera lineal con el número de lactancias hasta estabilizarse alrededor de la cuarta lactancia (Devery-Pocius y Larson, 1983). Por ello es de suma importancia el muestreo y selección del calostro ofrecido a las terneras para asegurar un alto nivel de IgG y la transferencia de inmunidad pasiva a través del resultando en animales más resilientes.

Prevalencia, Clasificación y Duración de las Diarreas

Para esta variable se utilizó la clasificación establecida por la Universidad de Wisconsin (Cuadro 1). Se obtuvo diferencias ($P = 0.06$) en el nivel 0 (aparición de las heces de normales) del grupo CTR vs Nukamel (33.97% vs 39.78%, respectivamente) (Cuadro 8), siendo Nukamel el tratamiento con mayor porcentaje de heces en nivel 0. Así mismo, se observó un porcentaje mayor ($P = 0.0019$) de heces en el nivel 2 (aparición de heces líquidas en las cunas) en el grupo CTR vs Nukamel (18.66% vs 11.18%, respectivamente). Por otro lado, no se registró diferencia ($P > 0.10$) en los niveles 1 y 3 (heces pastosas y heces acuosas debajo de las cunas) en los grupos CTR vs Nukamel Yellow® (30.86 vs 34.19; 16.51 vs 14.84, respectivamente).

Cuadro 8

Clasificación de puntaje de las diarreas en la finca Hacienda La Esmeralda, con base en la tabla propuesta por la Universidad de Wisconsin, Madison (2015)

Tratamiento	Puntaje			
	0	1	2	3
CTR	33.97	30.86	18.66	16.51
Nukamel	39.78	34.19	11.18	14.84
P	0.0661	0.2707	0.0019	0.4019

Nota. Los valores observados en el cuadro superior denotan el porcentaje de la aparición de las heces presentes en las terneras del estudio.

CTR= grupo control, Nukamel= grupo tratamiento. Niveles de la clasificación de diarreas: 0= heces normales, 1= heces pastosas semiformadas, 2= heces líquidas con consistencia suficiente para quedar a la vista encima de la cama, 3= Heces acuosas que atraviesan el material de cama. Nivel de significancia $P \leq 0.10$.

Los protocolos de limpieza y desinfección, recibo de nuevas terneras y sanidad tienen como finalidad mejorar las condiciones de manejo, salud y bienestar de los animales en Hacienda La Esmeralda. En la etapa de lactancia, las terneras son más susceptibles a enfermedades y por ello requieren de un ambiente limpio, que reduzca los factores de estrés que puedan comprometer su desarrollo y expresión de su potencial genético (Hernández, 2020). La implementación de un programa más estricto de limpieza ayudó a reducir vectores de contaminación y enfermedades como pueden ser moscas y patógenos. El uso de un protocolo más constante de limpieza y desinfección de la periferia, los baldes donde se entregaba el alimento y la leche a los animales cambiaron drásticamente la consistencia de las heces a nivel 0 y redujo la prevalencia de heces acuosas dentro de las cunas. El 39.78% de los animales que fueron sometidos a este protocolo de alimentación no presentaron diarrea, en comparación al 33.97% de los animales pertenecientes al grupo control que manejó el programa de alimentación de la empresa. Una mejora en la prevalencia de diarreas se puede ver reflejada en un mejor desarrollo del animal. Esta reducción de diarreas en niveles críticos como el nivel 2, aunque no se observaron diferencias significativas en los niveles 1 y 3, refleja que una mejora en la calidad del programa de alimentación puede influir favorablemente en el desarrollo del animal, como se ha observado en otros estudios (Mainau et al., 2013).

El parámetro de las diarreas tiene una alta relevancia en el desarrollo de las terneras. Las diarreas pueden provocar pérdidas significativas de peso y apetito en las terneras, evidenciando una disminución de la ganancia de peso y de altura de las terneras en su lactancia (Temple et al., 2017). La efectividad del plan de alimentación utilizado en la empresa presentaba falencias que tenían como consecuencia la prevalencia de diarreas en las terneras en su etapa de lactancia. Al ser comparados contra el protocolo Nukamel, se obtuvo un porcentaje de terneras con mayores indicadores de bienestar y salud reflejado en sus heces. Dando como resultado terneras menos vulnerables a enfermedades, asegurando su pronto desarrollo y una mayor expresión de su potencial genético. Aunque la probabilidad muestra que no hubo una diferencia significativa entre grupos, este estudio

sugiere que las diferencias observadas en el grupo Nukamel podría ser efectivo en la mejora de la salud de las terneras.

Se hizo un análisis de comparación entre las terneras sanas vs la presencia de diarreas en los 60 días de crianza. Se observaron diferencias ($P = 0.07$), resultando en un mayor porcentaje de terneras sanas y con menor porcentaje de diarreas en el grupo Nukamel vs CTR (39.78 vs 33.97, respectivamente) (Cuadro 9).

Cuadro 9

Valor porcentual de terneras sanas por grupos en la finca Hacienda La Esmeralda

Tratamiento	Sanas (%)
CTR	33.97
Nukamel	39.78
P	0.0741

Nota. Los valores observados en el cuadro superior denotan el porcentaje de terneras sanas en el periodo de cría durante el estudio. CTR= grupo control, Nukamel= grupo tratamiento. Nivel de significancia $P \leq 0.10$.

En el grupo Nukamel se observó que las terneras permanecieron sanas, y presentaron menos diarreas a lo largo del periodo de lactancia. En el caso del grupo CTR, se observó que las terneras presentaron mayores dificultades de salud y bienestar y una mayor presencia de diarreas durante el desarrollo del estudio. Esto puede indicar que, un manejo riguroso de protocolos de limpieza y desinfección, recibo de nuevas terneras y sanidad tiene un efecto positivo en los animales. Por consecuente, un buen manejo, cuidado del animal y su entorno, son primordiales en sus primeros días de vida. Dando como resultado una relación positiva al objetivo de una explotación ganadera, la cual es destetar animales sanos asegurando así, el futuro y la productividad de la empresa.

La presencia de diarreas en terneras tiene un impacto económico negativo en las lecherías y es una de las principales causas de muertes. La incidencia de diarreas es causal de un impacto económico negativo, ya que conllevaría gastos variables que podrían comprometer la estabilidad financiera de la empresa, como lo son: el uso de medicamentos y antibióticos, como respuesta a la mala salud del animal, y en los peores casos hasta la muerte de este (Bilbao et al., 2018).

Una correcta nutrición es un pilar fundamental que ayuda a garantizar la salud y el bienestar de las terneras, sin embargo, este aspecto se ve altamente influenciado por un manejo adecuado del área donde se encuentran las terneras (Heinrichs, 2007). Un área con un manejo incorrecto de limpieza y desinfección de los utensilios para la alimentación con el lactoreemplazador y concentrado favorece la proliferación de patógenos que pueden provocar problemas gastrointestinales y diarreas.

Se registró la duración de las diarreas (días) en los grupos del estudio. En los que se observó una diferencia ($P = 0.03$) en la duración de las diarreas en días, de las terneras en el Grupo CTR vs Nukamel (3.48 vs 2.27, respectivamente) (Cuadro 10).

Cuadro 10

Duración media de las diarreas (días) por grupos en el área de cría en la finca Hacienda la Esmeralda

Tratamiento	Duración de la diarrea (días)	EE±
CTR	3.48	0.373
Nukamel	2.27	0.173
P	0.0038	

Nota. En el cuadro superior se observa la duración promedio de las diarreas en días indicado para cada grupo del estudio respectivamente.

CTR= grupo control, Nukamel= grupo tratamiento. EE± = Error Estándar. Nivel de significancia $P \leq 0.10$.

Es importante resaltar la importancia de un entorno limpio en el área de cría, ya que podemos tener múltiples beneficios. Dentro de ellos se pueden mencionar el desarrollo de las terneras tanto en su salud, como en su comportamiento y mejores rendimientos en el consumo de alimento y su ganancia de peso, que impactan positivamente al animal. Es importante recordar que debe existir un equilibrio entre la enfermedad, la ternera y el entorno en el que se desarrolla, puesto que puede inclinarse en favor de uno u otro aspecto dependiendo del manejo que se realice en cada uno de los factores anteriormente mencionados (Gómez, 2022; Sambuceti et al., 2021). Además, tener un plan de limpieza del área reduce el riesgo de la proliferación de patógenos que pueden causarle diarreas, estrés y pérdida de peso al animal (Contexto Ganadero, 2017).

El yodo es un bactericida ampliamente utilizado en la industria lechera. Gaviola et al. (2021) recomiendan el uso de yodo para: el control de bacterias Gram positivas y negativas, la eliminación

de virus, hongos y protozoos. En los protocolos de limpieza de este estudio se utilizó el yodo para la desinfección de las cunas dos veces por semana, y la limpieza diaria con agua a presión para el retiro de materia orgánica en el área de cría. A su vez que se reforzó el protocolo de limpieza de la empresa que constaba en la desinfección mensual de todas las instalaciones. Así mismo, se propuso el uso racional del agua en la limpieza. Callejo (2020) menciona que las terneras en sus primeros meses de vida tienen una menor capacidad de generar calor, por lo que se debe mantener seca el área donde se van a alojar. Además, es recomendable el uso del yodo dentro del área de crianza, debido a que ayuda a eliminar patógenos, que pudieron ser adquiridos por el lugar del nacimiento, que se encuentre en el cordón umbilical, o en una herida viva en el animal. El yodo aporta a la deshidratación del tejido que queda sobrante del ombligo y forma una barrera que impide el ingreso de patógenos al cuerpo del recién nacido (Dairy-Cattle, 2019).

Como se menciona anteriormente, la etapa de lactancia es crucial en una explotación lechera, y es importante brindar las condiciones apropiadas para las terneras recién nacidas, que ayuden a garantizar la sostenibilidad de las explotaciones lecheras. El tener en cuenta los días de diarrea en las terneras es de suma importancia tanto en la salud del animal, como en el aspecto económico de las empresas (Molina, 2022).

Evaluación de Costos del Protocolo de Alimentación

El programa de alimentación propuesto en este estudio incluyó el uso del lactoreemplazador y concentrado iniciador utilizado en la finca Hacienda La Esmeralda (Cuadro 11). El lactoreemplazador Nukamel Yellow® tiene un costo de \$3.24 por kg. El consumo total de lactoreemplazador por ternera fue de 241 L, lo que indica que cada ternera consumió un total de 34.80 kg del producto durante las ocho semanas. El concentrado iniciador Calfy One® tiene un costo de \$0.70 por kg. Cada ternera tuvo un consumo promedio de 27.04 kg, dando como resultado un costo de \$18.93 por kg. Esto demuestra que el costo de alimentación por ternero en su etapa de lactancia es de \$131.68.

Cuadro 11

Costos del lactoreemplazador Nukamel Yellow® y el concentrado Calfy One® del programa de alimentación propuesto por ternera

Tratamiento	Precio	Consumo total/ternera	Costo total
	\$/Kg	Kg	USD
Lactoreemplazador Nukamel Yellow®	\$ 3.24	34.80	\$ 112.75
Concentrado iniciador Calfy One®	\$ 0.70	27.04	\$ 18.93

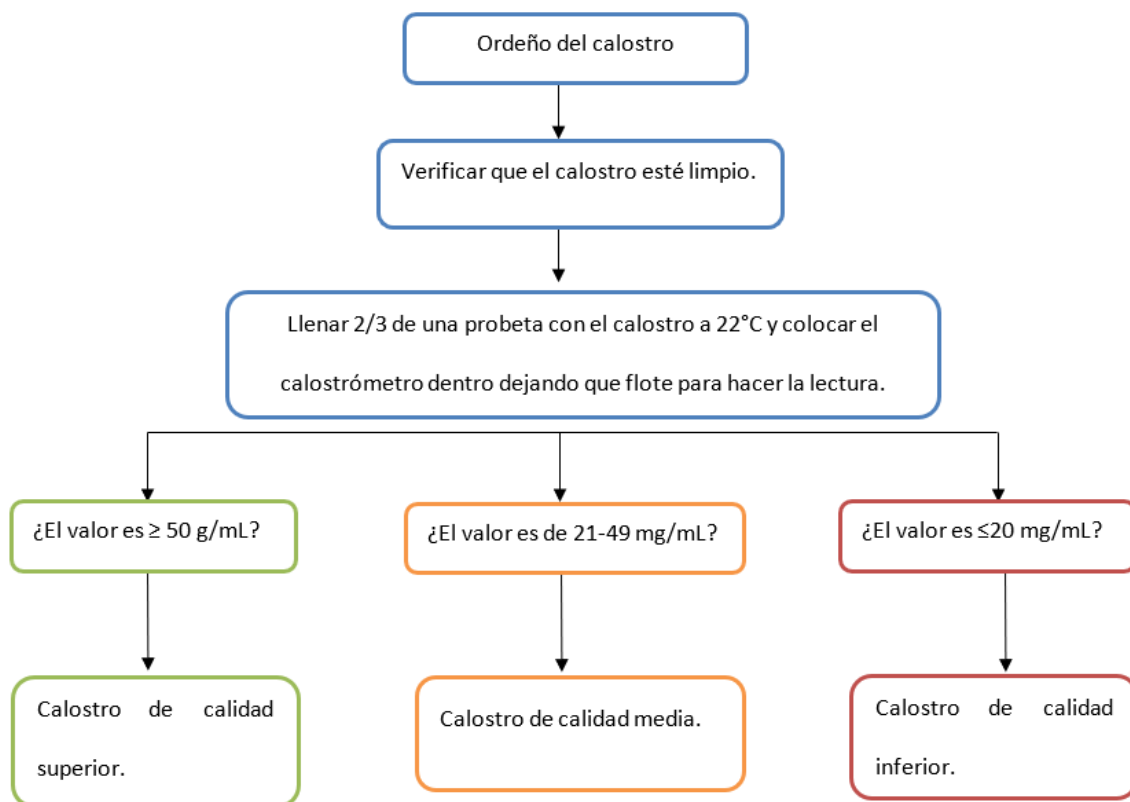
Tasa de cambio: 1 USD = HNL 24.9687

Los costos en alimentación son los de mayor importancia en una explotación lechera. En el área de cría, la diferente oferta de alimentos como: leche entera, lactoreemplazador, heno, concentrados, entre otros; pueden aumentar los costos variables de la empresa. Diro et al. (2019) resaltan la importancia del manejo de los costos variables de una empresa lechera, ya que estos pueden llegar a ser hasta un 60% de los costos totales. Dayanandan (2011) encontró que los únicos costos más importantes que los costos de alimentación son los costos fijos (depreciación e intereses) que consisten 19% de los costos totales de la empresa. Por ello, un uso racional de los recursos es importante, pero el invertir en tecnología, como lo fue en este estudio el uso de lactoreemplazador Nukamel Yellow®, podría elevar índices de costo / beneficio, aumentando la rentabilidad de la explotación ganadera entregando terneras a destete con mayores desarrollos fisiológicos y potencialmente una mayor productividad y fertilidad.

Protocolos Propuestos para el Área de Cría de Terneras en la Finca Hacienda La Esmeralda

Figura 1

Recolección de calostro



Alta Calidad	Suministrar en la primera alimentación, o almacenar.
Media calidad	Suministrar en la segunda o tercera comida o almacenar.
Pobre calidad	Alimente terneras mayores de un día. No almacene.

Figura 2

Suministro de calostro en terneras recién nacidas

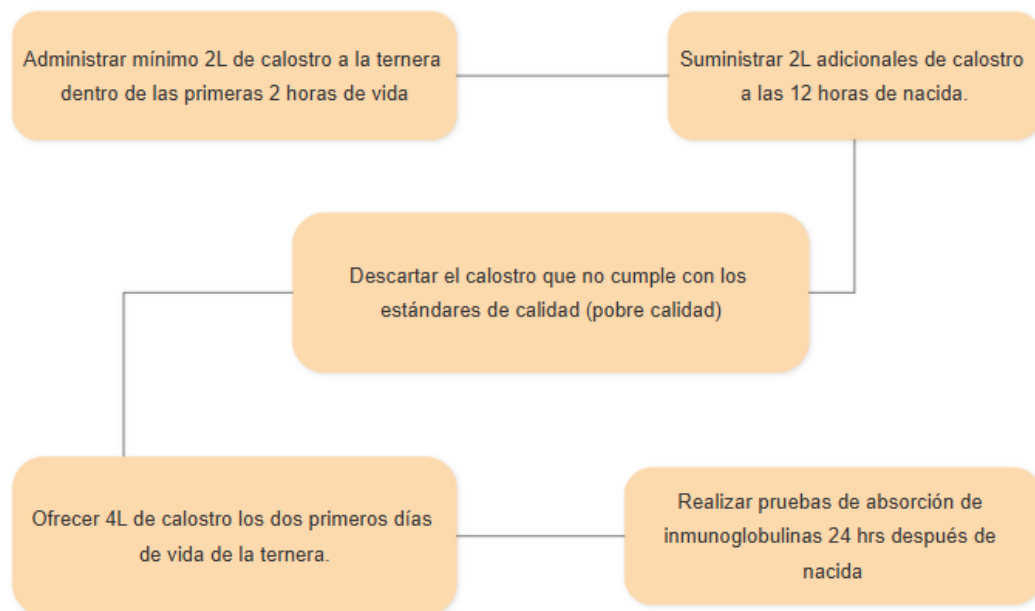


Figura 3

Protocolo para la medición de proteínas séricas con el refractómetro óptico

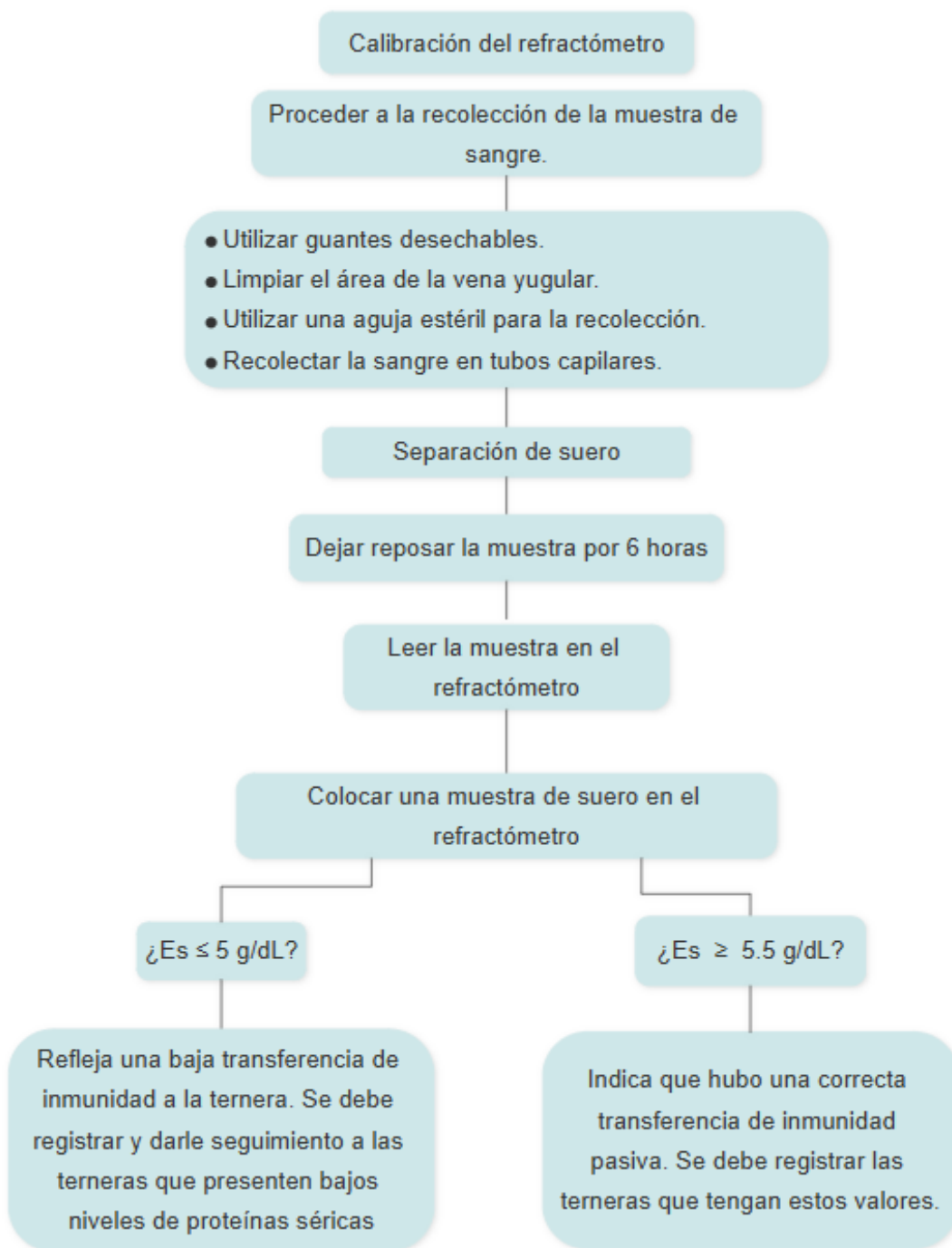


Figura 4

Protocolo de preparación del lactoreemplazador Nukamel Yellow®

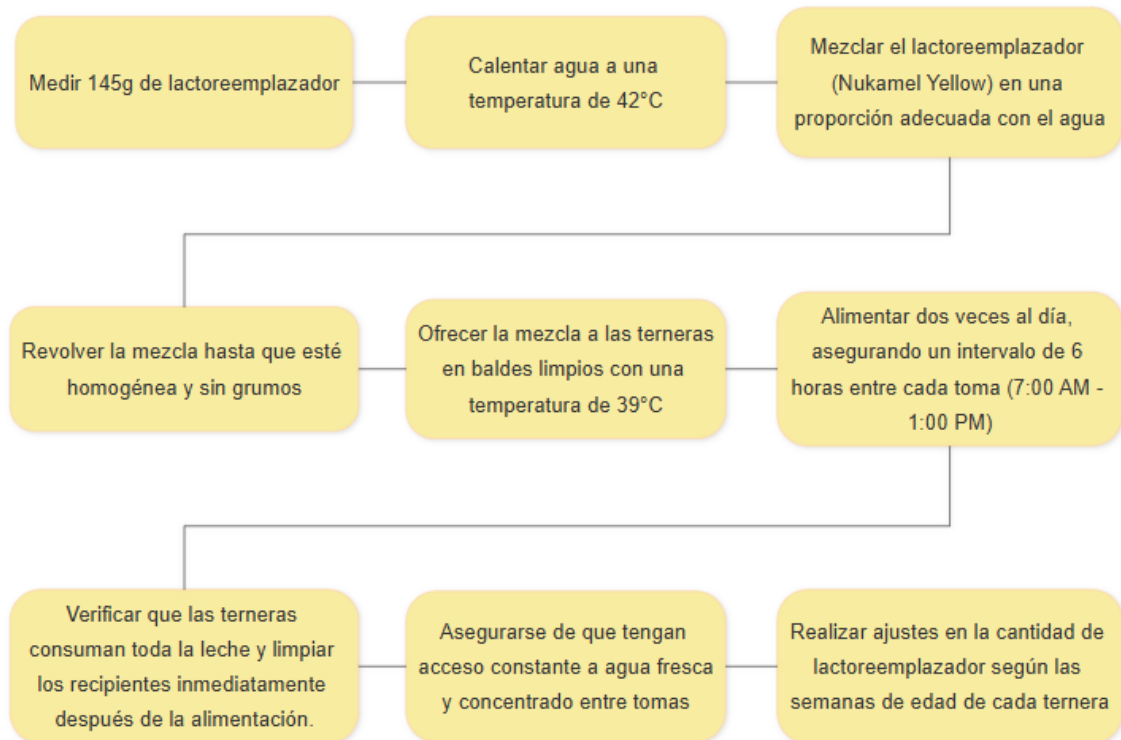


Figura 5

Protocolo de alimentación y registro de las terneras al llegar al área de cría



Figura 6

Protocolo de medicación preventiva para las terneras en lactancia

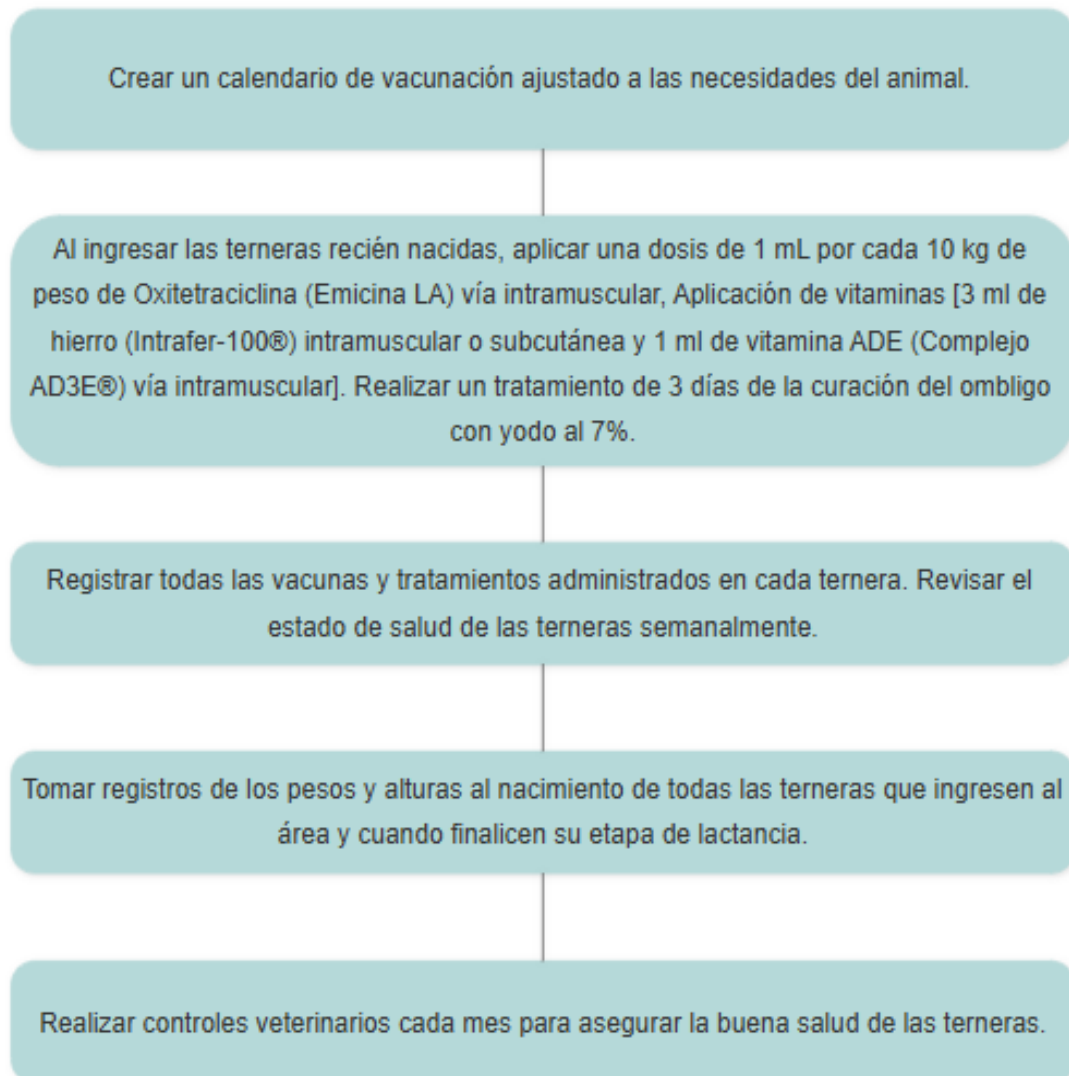


Figura 7

Protocolo de limpieza y desinfección del área de cría de terneras

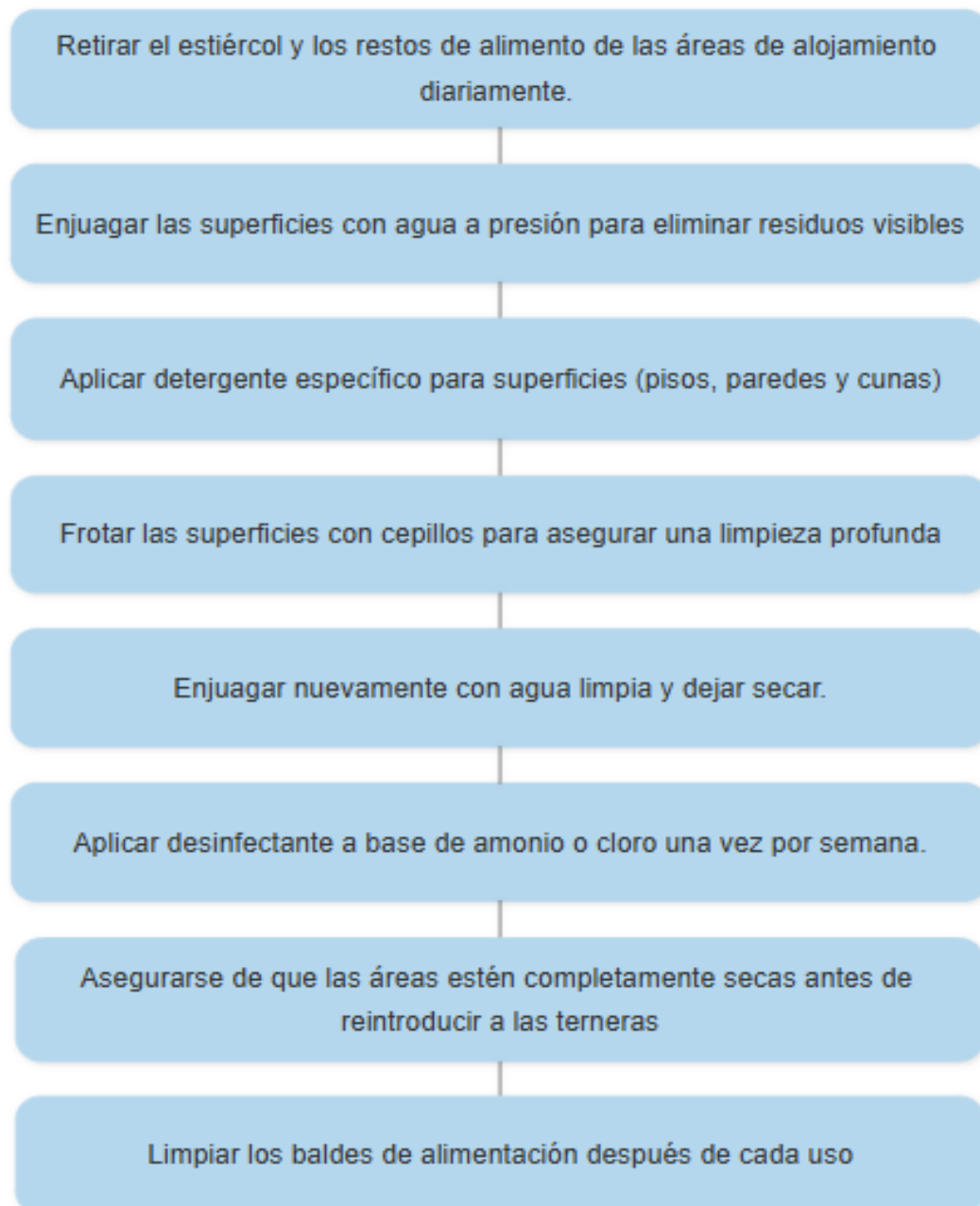


Figura 8

Limpieza y desinfección dentro del área de cría en la finca Hacienda La Esmeralda

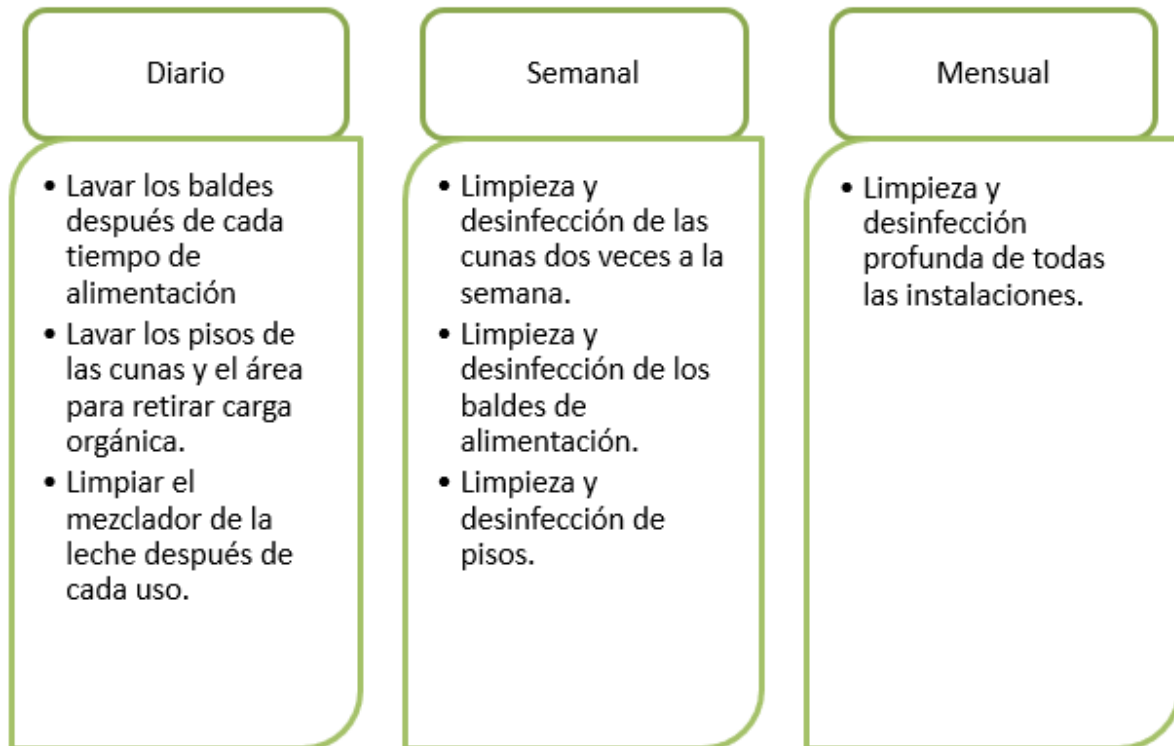
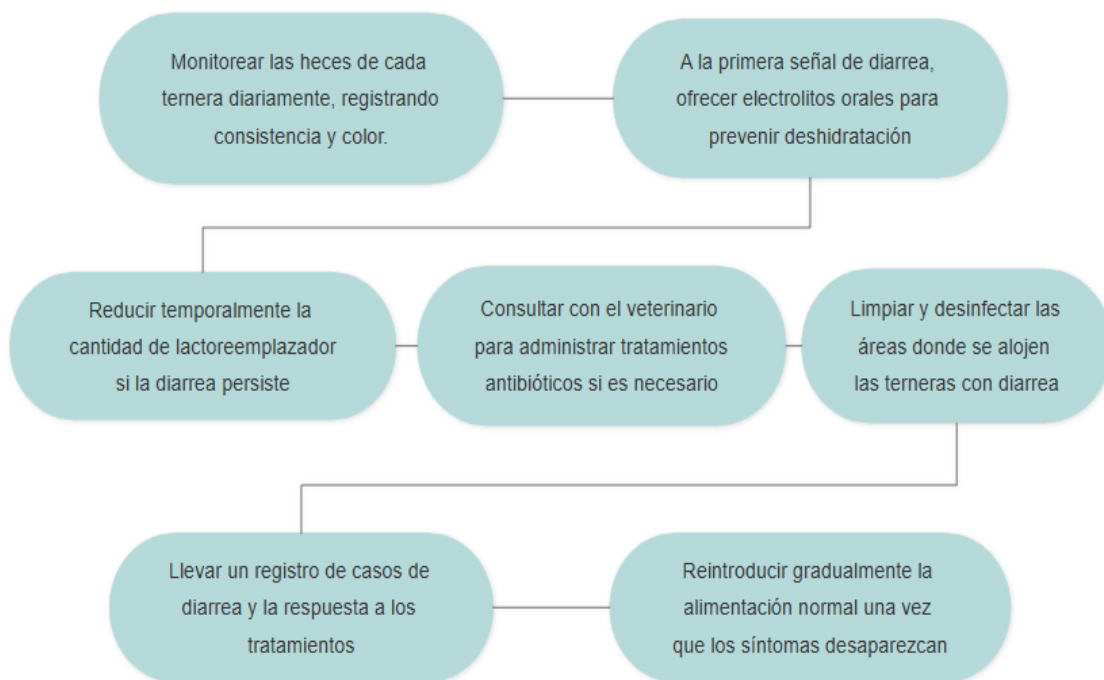


Figura 9

Protocolo de monitoreo de diarreas en las terneras de cría de la finca Hacienda La Esmeralda



Conclusiones

La implementación de los cambios sugeridos en los protocolos de limpieza, sanidad, recibimiento y alimentación mostraron una mejora general en la salud de las terneras del área de cría de la finca Hacienda La Esmeralda.

La evaluación de los niveles de proteínas séricas y la absorción de inmunoglobulinas a las 24 horas reveló que el manejo adecuado del calostro en los primeros días de vida mejoró significativamente la transferencia de inmunidad pasiva a las terneras.

Los protocolos propuestos revelaron una notable reducción en la incidencia de diarreas, además de acortar la duración de los episodios en la etapa de lactancia.

La ganancia diaria de peso, ganancia de peso acumulada y altura a la cruz logrados con el protocolo propuesto Nukamel, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la literatura internacional.

El protocolo de recibimiento de recién nacidos creó una base de datos importante para la trazabilidad de las terneras ayudando en la toma de datos.

Recomendaciones

Implementar los protocolos propuestos para hacer un uso eficiente de todos los materiales que disponen en el área, garantizando una mejor gestión de los recursos y evitando los desperdicios en la unidad.

Realizar el experimento con un grupo control que pueda permanecer el tiempo completo de lactancia en las jaulas durante el periodo de lactancia, permitiendo un monitoreo constante que se pueda reflejar los resultados del protocolo de alimentación de la empresa.

Ofrecer calostro de calidad superior para garantizar una adecuada transferencia de inmunidad pasiva y un alto contenido de anticuerpos.

Mantener la temperatura óptima de la leche durante la alimentación de las terneras para maximizar la digestión y evitar problemas digestivos.

Manejar un volumen controlado de la cantidad de leche que se le ofrece a las terneras en cada tiempo de alimentación, para evitar el sobreconsumo de leche y promover el consumo de concentrado.

Registrar los pesos al nacimiento y al destete de todas las terneras que ingresen al área de lactancia, con el fin de tener un seguimiento del crecimiento y desarrollo de la ternera en todo el periodo de lactancia.

Asegurar el cumplimiento estricto de la dosificación y los días de tratamiento de los medicamentos para garantizar su efectividad y evitar la aparición de resistencia o efectos adversos en las terneras.

Utilizar el protocolo Nukamel Yellow® sugerido en otras razas y en grupos de mayor tamaño, con el fin de validar su efectividad y obtener resultados más robustos que respalden su implementación a mayor escala.

Referencias

- Angulo, J., Gómez, L. M., Mahecha, L., Mejía, E., Henao, J. y Mesa, C. (2015). Calf's sex, parity and the hour of harvest after calving affect colostrum quality of dairy cows grazing under high tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 47(4), 699–705. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0781-z>
- Arancibia, R. (2009). Manejo del ternero recién nacido. *TecnoVet*, 15(1). <https://revistas.uchile.cl/index.php/RT/article/view/15927>
- Asanza, C. M. M. y Castellanos, O. R. E. (2011). *Tratamiento preventivo de las enfermedades comunes en terneros lactantes con producto homeopático en Zamorano, Honduras* [Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. [bdigital.zamorano.edu. https://bdigital.zamorano.edu/items/14ccfb19-fdb4-4969-b79c-7d1d3d178714](https://bdigital.zamorano.edu/items/14ccfb19-fdb4-4969-b79c-7d1d3d178714)
- Bernaldez, M. L., Dichio, L [L.], Galli, J [J.], Layacona, J., Nalino, M., Planisich, A., Skejich, P. y Silva, P. (2016). *Sistemas de crianza artificial y bienestar animal*. https://www.researchgate.net/publication/370760841_Sistemas_de_crianza_artificial_y_bienestar_animal
- Bilbao, G. N., Pinto de Almeida Castro, Aldana M., Bad aracco, A., Rodriguez, D., Monteavaro, C. E. y Parreño, V. (2018). *Diarrea neonatal del ternero | PortalVeterinaria*. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Buenos Aires (Argentina). <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/9165/diarrea-neonatal-del-ternero.html>
- Callejo, A. (2020). Alojamiento de terneras lactantes. *Frisona Espanola*(235), 82–92. <https://oa.upm.es/58195/>
- Contexto Ganadero (2017). Importancia de la descontaminación de los corrales | CONtexto Ganadero. *CONtexto Gadero*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/importancia-de-la-descontaminacion-de-los-corrales>
- Dairy-Cattle. (2019). *¿Qué tipo de yodo debo utilizar para curar el ombligo de un ternero (becerro) recién nacido? – DAIReXNET*. <https://dairy-cattle.extension.org/que-tipo-de-yodo-debo-utilizar-para-curar-el-ombligo-de-un-ternero-becerro-recien-nacido/>
- Dayanandan, R. (2011). Production and Marketing Efficiency of Dairy farms in Highland of Ethiopia an Economic Analysis. *International Journal of Enterprise Computing and Business Systems*, 1, 1–34. <https://ijecbs.com/manuscripts/index.php/vol-1-issue-2-july-2011>
- Delgado, C. A. (2001). Manejo de Terneraje. *Rev. Investig. Vet. Perú*, 12(2), 33–35. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200007 (Facultad de Medicina Veterinaria, UNMSM).
- Devery-Pocius, J. E. y Larson, B. L. (1983). Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. *Journal of Dairy Science*, 66(2), 221–226. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81780-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81780-9)
- Dichio, L [Luciana], Amprimo, I., Azzaro, C., Almirón, L., Puccio, G. y Galli, J [Julio] (2015). Crianza artificial de las terneras en el Módulo de Producción Lechera de la Facultad de Ciencias Agrarias. Revista Agromensajes - Google Search. *Universidad Nacional De Rosario*, Artículo 42. <http://hdl.handle.net/2133/13366>

- Diro, S., Getahun, W., Alemu, A., Yami, M. y Mebratu, T. (2019). Cost and Benefit Analysis of Dairy Farms in the Central Highlands of Ethiopia. *Holleta Agricultural Research Center*(3), 29–47. https://www.researchgate.net/publication/335882916_Cost_and_Benefit_Analysis_of_Dairy_Farms_in_the_Central_Highlands_of_Ethiopia
- Elizondo, S. J. A. (2013). *Parámetros de eficiencia y manejo en la crianza de terneras de lechería*. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/8eb53286-da39-412f-9bcb-87fb9e769b18>
- Elizondo, S. J. A. (2015). *La crianza de terneras: Pilar de la eficiencia en las fincas lecheras*. <https://hdl.handle.net/10669/91030>
- Garzón, B. (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VIII(5), 1–39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612669002>
- Gaviola, S., Lombardo, G., Malinovsky, V., Ferreirós G., L., Spoznik, M., Contreras, A., Pérez, S. y Di Santo, F. M. (2021). *Desinfectantes y antisépticos*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_desinfectantes_y_anticepticos_septiembre_2021.pdf
- Gómez, J. (2022). *Consejos de limpieza para la industria ganadera | Grupo Suquimsa*. Grupo Suquimsa. <https://www.gruposuquimsa.com/consejos-industria-ganadera/>
- Hazard, S. (2004). *Alimentación de terneros y vaquillas de lechería*. INIA Carillanca. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7003/NR31865.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Heinrichs, A. (2007). *Nutrición para optimizar la salud y rendimientos de las terneras de recría*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/38-07cap_vii.pdf
- Hernández, M. A. (2020). Control de diarreas neonatales en becerros - Rumiantes. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/control-de-diarreas-neonatales-en-becerros/>
- Jubert, A. (2024). *Valoración de la calidad del calostro y el encalostrado: Guía Solomamitis del asesor en calidad de leche*. <https://solomamitis.com/valoracion-de-la-calidad-del-calostro-y-el-encalostrado>
- Kehoe, S. I., Dechow, C. D. y Heinrichs, A. J. (2007). Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. *Livestock Science*, 110(3), 267–272. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.11.007>
- Lanuza, F. (2006). *Crianza de terneros y reemplazos de lechería*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7073/NR33844.pdf?sequence=18&isAllowed=y>
- Mainau, E., Temple, D. y Manteca, X. (2013). *Aspectos de bienestar relacionados con la diarrea en terneros lactantes* (Vol. 7). <https://awecadvisors.org/wp-content/uploads/2023/08/fs7-es.pdf>
- Miller-Cushon, E. K. y DeVries, T. J. (2016). Effect of social housing on the development of feeding behavior and social feeding preferences of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1406–1417. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9869>

- Molina, A. Y. (2022). *IMPORTANCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE CRIANZA EN LAS TERNERAS DE LECHERÍA ESPECIALIZADA*. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/5280>
- Nemocón-Cobos, A. M., Angulo-Arizala, J., Gallo-Marín, J. A. y Mahecha-Ledesma, L. (2020). Alimentación: factor estratégico durante la crianza artificial de terneros provenientes de lecherías. *Agronomía Mesoamericana*, 803–819. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.40217>
- Pirlo, G., Miglior, F. y Speroni, M. (2000). Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83(3), 603–608. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74919-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74919-8)
- Ramos, J. I., Figueroa, C., Enríquez A., I. D., Quintero E., J. A. y Trillo M., V. (Eds.). (2013). *Biología. Comparación de dos sustitutos de leche en la sala de crianza de un establo comercial*.
- Ruiz-Villarreal, K., Vargas-Vargas, R., Castillo-Umaña, M., Ríos-Moreno, A., Quintero-Chanis, E., Hernández-Argueta, S. y Grajales-Cedeño, J. (2020). Efecto del volumen de dieta líquida sobre el consumo de concentrado y desempeño en terneras lecheras. *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 230–250. <https://doi.org/10.15517/nat.v14i2.45168>
- Salazar-Carranza, M., Castillo-Badilla, G., Murillo-Herrera, J., Hueckmann-Voss, F. y Romero-Zúñiga, J. J. (2013). Edad al primer parto en vacas holstein de lechería Especializada en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 233–243. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v24n2/a01v24n2.pdf>
- Sambuceti, N., Frossasco, G., Orías, F., Moretto, M., Giraudo, J. y Raviolo, J. (2021). *Crianza artificial de terneros: Guía de buenas prácticas para operarios lecheros* (1ª ed.). Libro digital. UniRío.
- Sangild, P. T., Vonderohe, C., Melendez Hebib, V. y Burrin, D. G. (2021). Potential Benefits of Bovine Colostrum in Pediatric Nutrition and Health. *Nutrients*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/nu13082551>
- Somex. (2024). *Cómo superar los desafíos de la crianza y levante de terneras - SOMEX*. <https://somex.com.co/como-superar-los-desafios-de-la-crianza-y-levante-de-terneras/>
- Soutto, J. A. y Ubilla, D. (2015). Efectos del manejo diferencial de la alimentación de terneras Holstein en la etapa lactante sobre la llegada a la pubertad. 1688-6909. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/2035>
- Stelwagen, K., Carpenter, E., Haigh, B., Hodgkinson, A. y Wheeler, T. T. (2009). Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal of Animal Science*, 87(13 Suppl), 3–9. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1377>
- Sumitec. (2020). *Nukamel Yellow*. <https://sumitec.com.do/producto/nukamel-yellow/>
- Temple, D., Mainau, E. y Manteca, X. (2017). *ASPECTOS DE BIENESTAR RELACIONADAS CON DIARREA EN TERNEROS*. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2017/07/aspectos-de-bienestar-relacionadas-con-diarrea-en-terneros-.pdf>
- Universidad de Wisconsin-Madison. (2015). *Food Animal Production Medicine: Calf Health Scorer (CHS)*. Escuela de Medicina Veterinaria. https://fyi.extension.wisc.edu/heifermgmt/files/2015/02/calf_health_scoring_chart.pdf

- Varela, C. L. (2011). *El bienestar animal y la producción intensiva*. <https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2011/85764/bieaniprint.pdf>
- Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E. y Barrington, G. M. (2000). Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14(6), 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>

Anexos

Anexo A

Instalaciones del área de levante de terneras en lactancia



Anexo B*Limpieza de cunas*

Anexo C*Medición de calostro*

Anexo D*Toma de peso con cinta de medición torácica*

Anexo E

Estimulación para enseñar a la ternera a beber del balde



Anexo F

Muestra de sangre para medir proteínas séricas con el refractómetro

