

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y NUTRICIONAL DE TERNERAS DE
LECHERÍA ESPECIALIZADA CRIADAS BAJO DOS PROTOCOLOS DE
ALIMENTACIÓN**

JAIR AUGUSTO ARIZA GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ, COLOMBIA**

2020

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y NUTRICIONAL DE TERNERAS DE
LECHERÍA ESPECIALIZADA CRIADAS BAJO DOS PROTOCOLOS DE
ALIMENTACIÓN**

**Trabajo opción pasantía, presentado como requisito para obtener el título de
zootecnista**

DIRECTOR

DAVID ESTEBAN CONTRERAS MARQUEZ

Dr. en Zootecnia con énfasis en nutrición y producción de Rumiantes

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ, COLOMBIA**

2020

Tabla de contenido

Resumen	6
Abstract	7
1. Introducción	8
2. Objetivos	10
3. Marco referencial	11
3.1 Efecto de la nutrición en el desarrollo ruminal	11
3.2 Crianza artificial en terneras	12
3.3 Alimentación controlada automática	14
3.4 Tipos de alojamientos	14
3.5 Cría en salas de cuna	15
3.6 Cría en corrales o jaulas portátiles	16
3.7 Crianza por estaca o al sogueo	16
3.8 Crianza en corrales colectivos	16
4 Materiales y métodos	17
4.1 Análisis estadístico	19
5 Resultados y discusión	19
6 Conclusión	23
7 Recomendaciones	24
8 Referencias	24
ANEXOS	28

Lista de tablas

- Tabla 1.** Composición nutricional en materia seca (MS) y materia natural (MN) de las materias primas utilizadas en la alimentación de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.....18
- Tabla 2.** Consumo de las materias primas ofertadas a de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.....20
- Tabla 3.** Consumo de componentes nutricionales presentes en las materias primas ofertadas a de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.....21
- Tabla 4.** Desempeño productivo y conversión alimenticia de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.....22
- Tabla 5.** Costos de producción relacionados a la alimentación suministrada a terneras de lechería especializada durante la fase de cría24

Lista de figuras

Figura 1. Ganancia media diaria (A) y conversión alimenticia (B) de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación. Convencional:22

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la utilización de dos protocolos de alimentación de terneras durante la fase de cría sobre el rendimiento productivo y nutricional. Fueron utilizados los datos colectados en la empresa “Rancho angostura” de cuarenta terneras del nacimiento al destete, criadas bajo dos protocolos de alimentación (n=20), Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado durante aproximadamente 6 meses; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche + 1 kg/día de suplemento, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg/día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg/día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg/día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada). Se colectaron los datos de peso y fecha de nacimiento y destete con el objetivo de determinar la ganancia media diaria, así como datos de consumo de leche y concentrado. La composición nutricional de la leche utilizada para los cálculos descritos en este estudio provenía de muestras analizadas de 304 vacas. La composición nutricional del concentrado destinado a las crías fue tomada directamente con la empresa responsable por la formulación y comercialización. Animales del tratamiento Calf Feeder recibieron mayor cantidad de leche y concentrado que los animales del grupo convencional, por ende, presentaron mayor consumo diario de dichas materias primas ($p < 0,05$), entre tanto, el grupo Convencional presentó mayor consumo de leche y concentrado durante el periodo de cría en función de mayor duración de la fase. Mayor consumo diario de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo y carbohidratos no fibrosos, así como mayor ganancia media diaria y conversión alimenticia fue observada ($p < 0,05$) en animales del tratamiento Calf Feeder. El protocolo de alimentación Calf Feeder mejora el desempeño y el consumo de los componentes nutricionales de la dieta.

Abstract

The present work aimed to evaluate the effect of the use of two calf feeding protocols during the rearing phase on productive and nutritional performance. The data collected in the “Rancho angostura” company of forty calves from birth to milk, reared under two feeding protocols (n = 20), Conventional: animals fed manually with 5 liters/day of milk and 1.5 kg/ were used supplement day for about 6 months; Calf Feeder: animals fed manually the first 21 days with 2 liters/day of milk + 1 kg/day of supplement, followed by a feeding protocol in the automatic feeder (1-10 days: 6-10 liters/day of milk in an ascending manner + 1.7 kg/supplement day; 11-20 days: 10-6 liters/day of milk descending + 1.7 kg/day of supplement; 21-30 days: 6-3 liters/day of milk descending + 1.7 kg/day of supplement, repeating the protocol again until completing 90 days on average in automated feeding. The data were collected by weight and date of birth and milk in order to determine the average daily gain, as well as data on milk consumption and The nutritional composition of the milk used for the calculations described in this study, came from samples analyzed from 304 cows. The nutritional composition of the concentrate intended for the offspring was collected directly from the company responsible for the formulation and marketing. the Calf Feeder treatment receives a greater quantity of milk and supplement than the animals of the conventional group, therefore, they present a higher daily consumption of said raw materials ($p < 0.05$), meanwhile, the Conventional group presented a higher consumption of milk and concentrate during the breeding period depending on the longer duration of the phase. Higher consumption of dry matter, crude protein, ether extract, and non-fibrous carbohydrates, as well as higher average daily gain and feed conversion, was observed ($p < 0.05$) in animals of the Calf Feeder treatment. The Calf Feeder feeding protocol improves the performance and consumption of the nutritional components of the diet.

1. Introducción

La cría de terneras representa una actividad compleja dentro del negocio ganadero, pues está constituida por una serie de prácticas que no solo comprende la lactancia adecuada, sino el correcto manejo, alimentación, higiene, bienestar y todas aquellas acciones orientadas a preservar la progenie de la variada gama de enfermedades, y estimular la ganancia de peso en un tiempo adecuado (Heinrichs, 2003). El costo de la crianza de terneras en el rebaño representa un alto porcentaje en los egresos de un sistema de producción ganadera, debido a los altos costos de alimentación y cuidado (Etgen, 1985). Por otra parte, debe tenerse en cuenta que el periodo más crítico de vida de una ternera es desde el nacimiento hasta el destete, debido a que los índices de mortalidad en esta etapa son los más elevados; la resistencia a enfermedades como la diarrea y la neumonía es mínima, pudiendo afectar de manera significativa el desempeño durante de la fase de cría y la capacidad productiva durante la vida adulta (Etgen, 1985).

La crianza artificial de terneras constituye una de las más serias responsabilidades del productor por su minuciosidad y cuidado (Guzmán, 1990). Cervantes (2003) sostiene que, en la crianza artificial, el consumo de leche se reduce a 200-240 litros durante los primeros 60 días de vida, momento en el cual se produce el destete. Esta posibilidad de suspender el suministro de leche precozmente se logra porque desde muy temprana edad las terneras reciben alimento balanceado y heno de buena calidad. Como el ternero, fisiológicamente tiene un proceso digestivo similar a un monogástrico, pero con adaptaciones diferentes, donde la leche es direccionada hacia el abomaso a través de la gotera esofágica, son pocos o nulos los nutrientes que ingresan al rumen para favorecer el desarrollo ruminal. La inclusión de alimento sólido en la dieta de terneros, principalmente alimentos concentrados, promueve el crecimiento de la población microbiana, la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y el desarrollo de las papilas y el epitelio ruminal, principales características envueltas en el paso de los procesos digestivos propios de animales monogástricos a procesos digestivos propios de animales rumiantes (Conzolino, 2011). De esta manera, el alimento proporcionado a los terneros y su estructura física, son importantes para el desarrollo de las papilas y la pared muscular ruminal, dependientes de los cambios en la concentración de AGCC, principalmente el ácido butírico y propiónico, precursores de energía para el desarrollo epitelial del rumen (Relling y Mattioli, 2002).

El rendimiento de las terneras durante la fase de cría depende principalmente del protocolo de alimentación utilizado, variando estos en cantidad de leche y concentrado ofertado. En la empresa pecuaria “Rancho La Angostura” recientemente se instaló y está siendo utilizado un sistema automatizado de alimentación para terneras en la fase de cría (amamantadora automática). Con la realización de este estudio se buscó evaluar el efecto de la utilización de dos protocolos de alimentación sobre el desempeño productivo, nutricional y económico de las terneras durante la fase de cría.

2. Objetivos

Objetivo general

Determinar rendimiento productivo y nutricional de terneras de lechería especializada, sometidas a dos protocolos diferentes de alimentación durante la fase de cría.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la implementación de un protocolo de alimentación de terneras de lechería especializada con utilización de sistema automatizado sobre el consumo de alimentos, y componentes nutricionales inmersos en la dieta total.
2. Analizar el desempeño productivo obtenido en terneras de lechería especializada durante la fase de cría cuando expuestas a diferentes protocolos de alimentación.
3. Determinar el costo/beneficio inherente a la utilización de sistemas tradicional o automatizado de alimentación de terneras durante la fase de cría.

3. Marco referencial

Sin duda la crianza de terneras para reemplazo constituye uno de los mayores retos en la ganadería moderna. Desde hace mucho tiempo se reconoce, que la base de una buena ganadería está en la crianza adecuada de las terneras de reemplazo, y también de la reducción de la mortalidad de terneros.

Además, la importancia de la cría del ganado de leche radica en la multiplicación de animales, cuyos descendientes posean las cualidades hereditarias necesarias para producir la máxima cantidad de leche composición ideal y desarrollar la conformación deseada, por lo que su potencial genético debe aprovecharse lo máximo posible. La justificación económica del mejoramiento del ganado y su alimentación es que las buenas vacas proporcionan más ganancias; existiendo dos razones principales para el aumento en el índice de producción por animal lechero. Siendo la primera la capacidad productiva incrementada mediante la selección, alimentación y manejo adecuado, y la segunda, la obtención de mayor producción por animal, con ello mayores ganancias y menores costos (Bath y Col., 2009).

3.1 Efecto de la nutrición en el desarrollo ruminal

Para que el compartimiento ruminal se considere desarrollado, y confiera la propiedad de ruminantes al animal durante la fase inicial de la vida productiva, este debe presentar algunas características físicas, fisiológicas y microbiológicas tales como crecimiento de las papilas y el epitelio ruminal, ser colonizado por microorganismos con capacidades de establecer simbiosis con el hospedero (Lin et al. 2019 y Malmuthuge et al. 2019), y capacidad de absorción de los componentes productos de la digestión de los nutrientes presentes en la dieta, principalmente ácidos grasos de cadena corta y amonio.

De acuerdo con Lin et al. 2019, la alimentación sólida y concentrada en nutrientes altamente digestibles durante la fase inicial favorece el crecimiento y desarrollo del rumen. La inclusión de alimento concentrado en nutrientes participa como vía de ingreso de microorganismos para la colonización del ambiente ruminal, como también favorece la generación de acetato y butirato impulsada por el microbiota, siendo estos AGCC responsables por la regulación de los genes relacionados con el crecimiento de la vía de señalización asociada al desarrollo del epitelio ruminal, incluida la morfología de las papilas y el crecimiento epitelial del rumen.

El análisis del transcriptoma epitelial del rumen reveló que los genes MAPK1, PIK3CB, TNFSF10, ITGA6, SNAI2, SAV1 y DLG, se encuentran relacionados positivamente con el módulo de crecimiento celular ruminal, y altamente asociados con la producción de los ácidos acético y butírico, tal vez por ser estos la principal fuente de energía para el metabolismo y crecimiento de las células del epitelio ruminal.

Según Niwińska et al. 2017, el suministro de butirato exógeno incluido en la dieta de terneros durante la fase inicial de la vida promueve el desarrollo funcional del epitelio ruminal y mejora el rendimiento de los animales durante el proceso de transición del estado pre-rumiante al rumiante.

Los trabajos descritos anteriormente demuestran la importancia del suministro de alimento sólido y concentrado en nutrientes sobre el desarrollo del epitelio ruminal, entre tanto, los autores consideramos que existe influencia directa de la cantidad de alimento suministrado. Los protocolos de alimentación más utilizados durante la fase de cría buscan reducir de manera paulatina y semanal, la oferta de leche, mientras que el alimento concentrado es ofrecido *at libitum*, siendo el animal destetado aproximadamente a las 8 semanas (lechería especializada) cuando presente un consumo regular de alimento concentrado entre 700 – 800g/día; entre tanto, es necesario que se estudien o evalúen diversos protocolos de alimentación durante esta fase, que varían cantidad de leche y concentrado ofertado, como respuesta sobre el rendimiento productivo no solo durante la cría, como también durante la vida adulta.

3.2 Crianza artificial en terneras

Lanuza (2006), enfatiza que la crianza artificial comienza con la separación de la ternera de la vaca, sin haber descuidado la importante y directa toma de calostro por parte del animal de su respectiva madre. Una vez cumplida la toma de calostro el ternero hace ingreso a un sistema artificial que proveerá todo lo necesario para su crecimiento; teniendo en consideración las condiciones climáticas, es necesario contar con un lugar específico donde llevar a cabo la crianza. Este lugar en particular debe estar protegido de la lluvia y el viento, proveer una buena ventilación con aire fresco, sin permitir el golpe de corrientes directas en los terneros. El manejo de los terneros en este lugar puede ser en grupos formados por peso o edad. El uso de corrales ya sean colectivos o individuales es común, estos facilitan el manejo de los terneros. La limpieza de este lugar específico disminuirá la carga de patógenos

del hábitat de los terneros. Si el clima así lo permite se puede llevar a cabo una crianza artificial en el exterior donde el uso del cerco eléctrico facilitará el manejo de los terneros.

Por su parte Melendez (2014) establece que el éxito de la crianza artificial depende de factores tales como manejo del calostro. Este tendrá un efecto fundamental sobre la salud y sobrevivencia del ternero, teniendo en cuenta de que este nace sin inmunidad y el calostro contiene, inmunoglobulinas (IgG), minerales, factores de crecimiento y hormonas. El tiempo para suministrar el calostro es crucial, ya que a medida que pasa el tiempo, la pared intestinal del ternero se ira haciendo impermeable al paso de los anticuerpos. A modo de regla general se puede decir que, dentro de las primeras 6 horas de vida, el ternero debería ser correctamente calostrado, suministrándole la mitad del volumen del calostro (10 % del peso vivo (PV) del ternero) durante las primeras 2 horas de vida.

El sistema de alojamiento o ternereras debe caracterizarse por, ser limpio, seco, confortable y contar con una buena ventilación. El manejo de la cama se hace importante ya que permite minimizar la transmisión de los agentes patógenos presentes en las heces por la vía oral. Esto depende de un adecuado anidamiento de los terneros, entendiéndose esto; cuando la cama cubre totalmente las piernas del ternero estando echado. También es importante prestar atención a las concentraciones de amoniaco, producto de la orina, dentro de la ternerera, ya que al ser elevadas pueden provocar irritación de las mucosas y conllevar a neumonías. Dentro del alojamiento se pueden utilizar dos sistemas de crianza. Un sistema de crianza individual (donde cada ternero cuenta con su propio cubículo, comederos, bebedero y cama), este se asocia a un fácil monitoreo, alimentación y manejos, así como también a un sistema más costoso, mayor espacio requerido y mayor uso de equipo. Luego está el sistema de crianza grupal o corrales colectivos (donde los terneros comparten tanto, el corral, la cama, bebederos y comedero), este sistema se asocia a menos costos, así como también a operarios más capacitados, una alimentación poco homogénea, menor higiene del corral, mayor incidencia de enfermedades producto del contacto entre terneros, mayor dificultad en el manejo de los terneros y falta de registros alimenticios individuales de los terneros (Melendez, 2014).

Oscar et al. (2010) afirman que cuando un nuevo ternero, hace ingreso a la ternerera, es importante realizar un protocolo de observación. Este consiste en una revisión integral del recién llegado, verificar la viveza y su capacidad de mamar, detectar diarreas, observar ojos

y nariz en busca de secreciones, inspección y desinfección de ombligo, control de temperatura rectal (rangos óptimos de 38,5 a 39,5°C), observar el pelaje buscando brillo y las orejas y cabeza buscando que se encuentran erguidas. Otro aspecto es la identificación del recién llegado (haciendo uso del crotal, collar, o método preferido por el productor) y enseñar a tomar leche del balde o chupetes. El ternero requerirá ayuda durante los primeros días y la paciencia por parte del ternero es fundamental.

3.3 Alimentación controlada automática

Los alimentadores automáticos de terneras están ganando un interés considerable en el mundo de la ganadería, estos aparatos han llegado recientemente de Europa para instalarse en América, tienen una capacidad de alimentar a 25-30 terneras por “estación alimentadora. La alimentación con leche controlada por un ordenador permite a las terneras vivir en un grupo, se considera más natural y tiene un impacto positivo en el comportamiento social en comparación con cunas individuales. La dosificación de la leche se puede ajustar de manera individual. Un controlador de alimentación puede suministrar a las terneras leche entera, leche en polvo o una combinación de estos dos. Una gran ventaja del alimentador de leche es que el criador supervisa la cantidad de leche que la ternera ingiere (Eriksson, 2009).

Se ha demostrado que, cuando la ternera se acostumbra a ingerir alimentos sólidos, se produce un mayor crecimiento anatómico, desarrollan el rumen y fermentación ruminal a las tres semanas de edad. Además, el consumo de forraje estimula la función ruminal, a la vez permitirá una mayor capacidad del rumen, que más tarde estará asociado con el mayor consumo y producción. En el caso del forraje verde, está demostrado que a la ternera puede consumir forraje a partir de los 25 días de nacida (Guzmán, 2015).

La digestibilidad de los nutrientes vegetales aumenta indudablemente a medida que la edad avanza y el rumen tiene mayor actividad, incrementándose en forma paralela la secreción enzimática del tracto digestivo, lo que permite la digestión de forrajes secos, pudiéndose de esta manera sustituir la dieta líquida, y esto se logra a partir de los 30 días de edad (Guzmán, 2015).

3.4 Tipos de alojamientos

A la hora de comenzar la crianza artificial es importante contar con un sistema que pueda adaptarse a distintas realidades. Según Durán et al (2004) antes del tercer día de edad se lleva

a la ternera al lugar de crianza dependiendo del método que se siga en la finca. Los estudios demuestran que la separación dentro de las primeras 24 horas se asocia con menos estrés en las conductas de la ternera, en comparación con la separación después de varios días o semanas (Cervantes, 2003).

El medio ambiente del ternero recién nacido debe estar caliente, limpio, seco y protegido de la intemperie. El alojamiento ejerce un importante efecto sobre la salud y la mortalidad de las terneras. Puede describirse el alojamiento para los lugares de clima frío como una instalación en la que la temperatura y la humedad exterior sean controladas en el interior. Las temperaturas variables y extremas no causan problemas si las terneras están protegidas contra corrientes de aire y tienen acceso a lugares secos; pueden ser opcionales lámparas calefactoras en los lugares de alojamiento (Gasque, 2008).

3.5 Cría en salas de cuna

Las salas de cuna son construcciones de cría con divisiones individuales y de forma abierta o cerrada según sea el clima (Duran, et al, 2004). En la misma cuna, la alimentación de la leche hacia las terneras se maneja con baldes o biberones (Eriksson, 2009).

Este sistema tiene como ventaja el desarrollo de animales con buena apariencia y peso corporal también la reducción de la transmisión de enfermedades entre ellas, por el hecho de que las terneras en cunas individuales tienen muy limitado el contacto físico. Además, las terneras mantenidas son más fáciles de controlar, de detectar signos de enfermedad y también son más fáciles de tratar si es necesario. Adicionalmente, se tiene un efectivo control del consumo individual de los alimentos (Duran et al, 2004).

Entre sus desventajas se encuentran las siguientes: los animales resultan débiles de extremidades, desadaptados al medio común de vida o sea el potrero, susceptibles a problemas respiratorios y presentan mayor porcentaje de partos problema en su vida reproductiva por tener un menor desarrollo del cinturón pelviano. Otro aspecto negativo es el costo de las edificaciones, la labor para el aseo de los corrales y el material usado en la cama (Duran, et al, 2004). Lo más notable es la limitación física del espacio y se impide la convivencia de las terneras y su contacto social para desarrollar un comportamiento normal (Eriksson, 2009).

3.6 Cría en corrales o jaulas portátiles

El sistema consiste en la construcción de jaulas cuyo espacio interior sea menor a 3 m² de superficie con un pequeño techo en uno de sus extremos para la protección de la ternera. A estas jaulas se les cambia de sitio, en el potrero, cada vez que el animal vaya consumiendo la hierba que existe dentro de sus límites (Grijalva, 1992).

Duran et al (2004) señala entre las ventajas, que las terneras se acostumbran al medio ambiente desde un principio, y soportan bajas temperaturas, sin complicaciones pulmonares, también la ternera recibe sol todo el día, come pasto fresco permanentemente. No hay necesidad de ponerle cama y al correr la jaula los deshechos quedan aislados cada día en el potrero, por lo tanto, permanecen limpias. Además, disminuye considerablemente la concentración de patógenos al tener muy buena calidad de aire y esto baja la incidencia de enfermedades (Eriksson, 2009).

3.7 Crianza por estaca o al sogueo

Consiste en amarrar la ternera con una cuerda de 3 metros de largo, provista de un destorcedor para evitar que la ternera se enrede en el cabo. La estaca de sujeción del cabo puede ser de hierro. Cuando la ternera haya consumido el forraje del área cubierta con la longitud de la cuerda, se debe cambiar a la ternera a un nuevo lugar en el potrero (Grijalva, 1992).

Es el sistema más económico, desde el punto de vista sanitario proporciona una mayor rusticidad al criarse al aire libre. Recibe sol todo el día y hace ejercicio, se adapta al medio ambiente, se infesta de parásitos gastrointestinales y crea defensas contra todos los agentes que lo rodean; crecen con buen desarrollo muscular, corporal y locomotor. Evita la cohabitación y disminuye las posibilidades de contagio si aparece alguna enfermedad, permite también medir el consumo por ternera de alimento balanceado (Cervantes, 2003). Entre las desventajas se puede citar que en algunos casos se enredan en la soga y se lesionan las extremidades, por ello hay necesidad de revisarlas con frecuencia durante el día. Además, en invierno es necesario llevarlas a dormir bajo cubierta para evitar problemas pulmonares (Duran, et al, 2004).

3.8 Crianza en corrales colectivos

Varios estudios recomiendan este sistema y hacen hincapié en lo positivo de la cría de grupo. Este sistema de alojamiento promueve el contacto social y permite a las terneras realizar

muchos de los comportamientos que se inhiben en los sistemas individuales. Un ejemplo son las conductas de juego que es más frecuente en el grupo (Eriksson 2009).

Una de las ventajas de la crianza en grupos es el de ser más eficientes en la mano de obra, limpieza y más económicos en su construcción y mantenimiento. Las terneras, cuidadas y alimentadas en grupo, se encuentran más silenciosas, calmadas y no se enferman tanto. Por supuesto, las terneras también poseen contacto social como corretear, pelearse etc.... y con un sistema automático de alimentación existe poca competencia entre ellas (Delaval, 2009).

4 Materiales y métodos

El presente trabajo fue realizado en la empresa pecuaria “Rancho la Angostura” dedicada específicamente a la producción lechera, ubicada en el municipio de Ricaurte, Cundinamarca, Colombia. Esta región presenta temperatura y humedad relativa de 31 °C y 58 % respectivamente.

Fue utilizada información colectada directamente de la base de datos de la empresa, de cuarenta terneras del nacimiento al desleche, criadas bajo dos protocolos de alimentación (n=20), Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado durante aproximadamente 6 meses; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche + 1 kg/día de suplemento, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg/día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg/día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg/día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo cada 30 días hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada).

Se colectaron los datos de peso y fecha de nacimiento y destete con el objetivo de determinar la ganancia media diaria, así como datos de consumo de leche y concentrado. La composición nutricional de la leche utilizada para los cálculos descritos en este estudio provenía de muestras analizadas de 304 vacas. La composición nutricional del concentrado destinado a las crías fue colectada directamente con la empresa responsable por la formulación y comercialización (Tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional en materia seca (MS) y materia natural (MN) de las materias primas utilizadas en la alimentación de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.

Ítems	Materias primas	
	Leche ¹	Concentrado ²
Sólidos totales (%/MN)	13,050	89,350
Proteína bruta (%/leche líquida)	3,801	-----
(%/MS)	29,123	19,000
Extracto etéreo (%/leche líquida)	3,855	-----
(%/MS)	29,544	5,100
Lactosa (%/leche líquida) o CNF ³	4,737	-----
(%/MS)	36,296	60,350
Fibra (%/MS)	-----	5,55

¹ promedio de análisis de leche colectadas de 304 vacas; ² valores colectados directamente de la empresa responsable por la preparación y comercialización; ³ carbohidratos no fibrosos.

A partir de los datos colectados en la base de la empresa, fue determinada la ganancia media diaria de peso utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{GMD} = ((\text{Peso al destete} - \text{Peso al nacimiento}) / \text{duración en días de la fase de cría}),$$

Donde, GMD: ganancia media diaria de peso.

Igualmente, a partir de los datos de consumo de las materias primas y la composición nutricional de las mismas, se determinó el consumo de los componentes nutricionales presentes en la dieta utilizando la siguiente ecuación de manera general para todos los nutrientes.

$$\text{CN} = ((\text{Consumo MS leche} \times [\text{NL}]) + (\text{Consumo MS suplemento} \times [\text{NC}]),$$

Donde, CN: consumo de nutriente; MS: materia seca; [NL]: concentración de nutriente en la materia seca de la leche; [NC]: concentración de nutriente en la materia seca del suplemento.

Consumo de MS fue determinado utilizando la misma ecuación teniendo como base la leche y el concentrado *in natura*.

Para determinar la eficiencia de la utilización de los nutrientes como respuesta al protocolo de alimentación utilizado, se cuantificó la conversión alimenticia utilizando la siguiente ecuación.

$$CA = (\text{Consumo de MS (kg)} / \text{GMD (kg)}),$$

Donde, CA: conversión alimenticia.

Para realización de costos de producción inherentes a la alimentación en cada uno de los protocolos analizados, fue utilizado un valor promedio durante los últimos seis meses referentes al precio de venta de la leche (\$1350/litro) y precio de compra del concentrado (\$1450/kg).

4.1 Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza adoptando el nivel del 5% ($p < 0,05$) de probabilidad de error tipo I, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS), comparando dos protocolos de alimentación durante la fase de cría con variaciones en la cantidad de leche y concentrado suministrado y la duración de la fase.

5 Resultados y discusión

Animales del grupo Calf Feeder presentaron mayor consumo de leche y suplemento por día cuando comparados con animales criados bajo el sistema convencional ($p < 0,05$). Cuando determinada la cantidad total de leche y concentrado gastada por individuo durante la fase de cría, animales criados en convencional presentaron mayor gasto de leche y concentrado ($p < 0,001$) que los Calf Feeder (Table 2).

Tabla 2. Consumo de las materias primas ofertadas a de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.

Ítems	Tratamientos	SEM	p-value
-------	--------------	-----	---------

	Convencional	Calf Feeder		
Leche/día (L)	5,00	5,86	0,069	<0,001
Concentrado/día (kg)	1,50	1,53	0,009	0,034
Leche/periodo (L)	928,75	626,40	21,640	<0,001
Concentrado/periodo (kg)	278,63	163,35	5,768	<0,001

La duración del periodo utilizado para los cálculos descritos en esta tabla puede ser observado en la tabla 4. Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada. Valor $p < 0,05$ denota diferencia entre los tratamientos.

Mayor consumo de leche por día en el sistema Calf Feeder puede ser explicado por la mayor oferta de cada una de estas materias primas a las terneras criadas bajo este sistema. Mayor consumo de leche y concentrado en animales criados en sistema convencional se puede explicar debido a la duración de la fase de cría más extensa en convencional en comparación con Calf Feeder.

Animales criados bajo el protocolo de alimentación Calf Feeder presentaron mayor consumo de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo y carbohidratos no fibrosos ($p < 0,05$) provenientes de la leche, suplemento y total, cuando comparados con animales criados en sistemas de alimentación convencional (Tabla 3).

Tabla 3. Consumo de componentes nutricionales presentes en las materias primas ofertadas a de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.

Ítems	Tratamientos		SEM	p-value
	Convencional	Calf Feeder		
Materia seca leche (kg/día)	0,65	0,77	0,008	<0,001
Materia seca concentrado (kg/día)	1,34	1,36	0,008	0,026
Materia seca (kg/día)	1,99	2,13	0,017	<0,001
Proteína bruta leche (g/día)	190,03	222,74	2,625	<0,001
Proteína bruta concentrado (g/día)	254,65	259,73	1,609	<0,001
Proteína bruta (g/día)	444,67	482,47	4,235	<0,001

Extracto etéreo leche (g/día)	192,77	225,96	2,663	<0,001
Extracto etéreo concentrado (g/día)	68,35	69,71	0,432	0,031
Extracto etéreo (g/día)	261,12	295,67	3,095	<0,001
CNF leche (g/día)	236,83	277,60	3,272	<0,001
CNF concentrado (g/día)	808,84	824,97	5,113	0,031
CNF (g/día)	1045,67	1102,57	8,385	<0,001

Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada. CNF: carbohidratos no fibrosos. Valor $p < 0,05$ denota diferencia entre los tratamientos.

Considerando que la composición nutricional de la leche y concentrado utilizado fue la misma para los dos sistemas de alimentación, la variación en el consumo de los componentes nutricionales de la dieta puede ser explicada en función a mayor oferta de cada una de las materias primas en el sistema Calf Feeder.

Cuando analizada la respuesta productiva, se observó mayor peso final o al destete para animales criados en convencional ($p < 0,001$), sin embargo, animales del tratamiento Calf Feeder presentaron mayor ganancia media diaria de peso y mejor conversión alimenticia ($p < 0,05$), necesitando menor cantidad de alimento para producir 1 kg de peso corporal (Tabla 4, Figura 1).

Tabla 4. Desempeño productivo y conversión alimenticia de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación.

Ítems	Tratamientos		SEM	p-value
	Convencional	Calf Feeder		
Periodo de cría (días)	185,75	106,65	3,676	<0,001
Peso nacimiento (kg)	34,25	31,15	0,951	<0,001
Peso destete (kg)	173,00	128,90	4,250	<0,001
Ganancia media diaria (g)	759,07	925,76	34,554	<0,001
Conversión alimenticia (kg/kg)	2,74	2,34	0,101	0,008

Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada. Valor $p < 0,05$ denota diferencia entre los tratamientos.

Las respuestas positivas observadas en animales Calf Feeder se explica gracias a mayor consumo de cada uno de los componentes nutricionales presentes en la dieta, oriundos principalmente del concentrado, siendo estos los responsables directos por motivar desarrollo pronunciado y precoz de las papilas y el epitelio ruminal. De mismo modo, mayor ingesta de nutrientes incrementa la disponibilidad metabólica principalmente de proteína y energía metabolizable disponibles para los diferentes y diversos procesos anabólicos corporales.

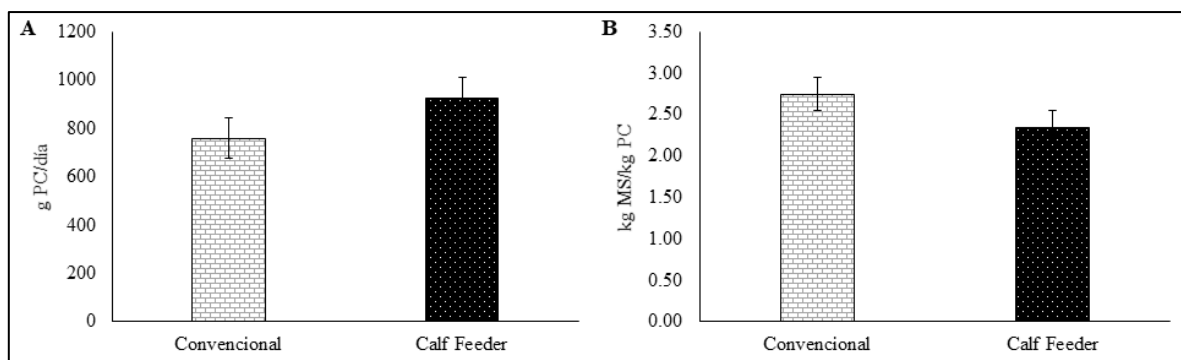


Figura 1. Ganancia media diaria (A) y conversión alimenticia (B) de terneras de lechería especializada criadas bajo dos protocolos de alimentación. Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada.

De manera descriptiva, la implementación del protocolo Calf Feeder aumenta los costos por animal/día de leche y concentrado, entre tanto, cuando analizados los costos en función a la duración del periodo en cada protocolo, el sistema convencional presentó mayores costos

inherentes alimentación en función de la duración prolongada de la fase de cría. Igualmente, cuando determinado los costos generados para producir 1 kg de peso corporal, el sistema convencional presentó gastos superiores, referente específicamente a \$874 a más para producir la misma cantidad de peso (Tabla 5), gracias a la mayor ganancia diaria de peso observadas en Calf Feeder.

Tabla 5. Costos de producción relacionados a la alimentación suministrada a terneras de lechería especializada durante la fase de cría

Ítems	Tratamientos	
	Convencional	Calf Feeder
Leche/animal/día	\$ 6.750,00	\$ 7.911,00
Concentrado/animal/día	\$ 2.175,00	\$ 2.218,50
Leche/animal/periodo	\$ 1.253.812,50	\$ 845.640,00
Concentrado/animal/periodo	\$ 404.013,50	\$ 236.857,50
Total/animal/periodo	\$ 1.657.826,00	\$ 1.082.497,50
Gastos/kg peso corporal	\$ 11.948,30	\$ 11.074,14

Leche (\$1350/litro), concentrado (\$1450/kg). Convencional: animales alimentados manualmente con 5 litros/día de leche y 1,5 kg/día de concentrado; Calf Feeder: animales alimentados manualmente los primeros 21 días con 2 litros/día de leche, seguido de un protocolo de alimentación en alimentador automático (1-10 días: 6-10 litros/día de leche de manera ascendente + 1,7 kg día de concentrado; 11-20 días: 10-6 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado; 21-30 días: 6-3 litros/día de leche de manera descendente + 1,7 kg día de concentrado, repitiendo nuevamente el protocolo hasta cumplir 90 días en promedio en alimentación automatizada.

6 Conclusión

La implementación del nuevo protocolo de alimentación con inclusión de sistemas automatizados para suministro de leche mejora el rendimiento productivo, el consumo de los componentes nutricionales de la dieta ofertada y la conversión alimenticia, necesitando menos cantidad de alimento para producir 1 kg de peso corporal.

La cría de terneras bajo protocolo Calf Feeder reduce los costos totales de alimentación, así como los necesarios para generar 1 kilogramo de peso corporal.

7 Recomendaciones

Evaluar protocolos de alimentación que busquen reducir la fase de cría, destetando animales con edad aproximada de 8 semanas, favoreciendo el desarrollo precoz del epitelio ruminal. Determinar con los datos existentes en la empresa, si realmente existe relación de los sistemas o protocolos de alimentación actualmente utilizados durante la fase de cría con beneficios en la producción de leche durante la vida adulta.

8 Referencias

Aschenbach JR, Zebeli Q, Patra AK, Greco G, Amasheh S, Penner GB. Symposium review: The importance of the ruminal epithelial barrier for a healthy and productive cow. J Dairy Sci. 2019;102(2):1866-1882. doi:10.3168/jds.2018-15243

Bath.D.; Dickenson, N.F.; Tucker, A.H.y Appleman,D.R. 2009. Ganado Lechero:Principios,practices, problemas y beneficios.2a Ed.,Edt. Interamericana.Mèxico. http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000142&pid=S0120-0690200800020000600002&lng=pt

Cervantes, S. 2003. ¿Qué sistema elegir? Crianza de Terneros de Tambo. Documento llamado “agro20”. Consultado el 27 de febrero de 2008. https://www.researchgate.net/publication/277060293_Comparacion_de_un_sistema_de_crianza_de_terneras_automatico_DELAVAL_CF150_frente_al_tradicional_de_cunas_individuales

Conzolino, G. 2011. Sustitutos lácteos, una alternativa nutricional económica y sanitaria. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1 – 3. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/14-sustitutos.pdf

DeLaval International AB. 2009. Efficient Calf Management. Tumba, Sweden. Disponible en www.delaval.com

Durán, F. comp. 2004. Manual del Ganadero Actual. Tomo 1. Grupo Latino Ltda. Colección Volvamos al Campo. Colombia.

Eriksson, Ida. 2009. Optimal group size for calves fed in transponder-controlled milk feeders. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Uppsala 2009. Documento PDF. Consultado el 11 de noviembre de 2010.
Etgen, W. 1985. Ganado lechero, Alimentación y Administración. Editorial Limusa. México.
<https://stud.epsilon.slu.se/12309/>

Gasque, R. 2008. Enciclopedia Bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. México

Grijalva, J. Aldeán, L. mayo 1992. Crianza de Terneras de Leche. Estación Experimental “Santa Catalina”, INIAP, Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/820>

Guzmán, J. 1990. Crianza de la novilla lechera, prácticas aconsejadas. Espasande Editores, Caracas. Venezuela. http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/34/TDE-2010-05-28T06:33:02Z-1201/Publico/marinjesus.pdf

Guzmán, J. 2015. Crianza de la novilla lechera, prácticas aconsejadas. Espasande Editores, Caracas. Venezuela. http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/34/TDE-2010-05-28T06:33:02Z-1201/Publico/marinjesus.pdf

Heinrichs, J., y C. Jones. 2003. Composition and Hygiene of Colostrum on Modern Pennsylvania Dairy Farms. Department of Dairy and Animal Science, The Pennsylvania State University. Documento Pdf. Consultado el 23 de mayo de 2011. Disponible en <http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/pdf/colostrum-compositiondas-11-171.pdf>

Lanuz, F. 2006. crianza de terneros y reemplazos de lechería. In: NAVARRO, D. SIEBALD, S. y CELIS, R.(eds.). Manual de producción de leche para pequeños y medianos

productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno. pp. 104 – 109. https://produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/106-crianza.pdf

Lin L, Xie F, Sun D, Liu J, Zhu W, Mao S. La diafonía del microbioma ruminal-huésped estimula el desarrollo del epitelio ruminal en un modelo de cordero. *Microbioma* . 2019; 7 (1): 83. Publicado el 3 de junio de 2019 doi: 10.1186 / s40168-019-0701-y

Malmuthuge N, Liang G, Guan LL. Regulación del desarrollo del rumen en rumiantes recién nacidos a través de metagenomas microbianos y transcriptomas del hospedador. *Genome Biol* . 2019; 20 (1): 172. Publicado el 23 de agosto de 2019. doi: 10.1186 / s13059-019-1786-0.

Melendez, P. 2014. Manual de crianza. 2 ed. Revista Dleche. Octubre: 4 – 24. pp. 6 – 9. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fan973c/doc/fan973c.pdf>

Relling, A y MATTIOLI, G. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Facultad Ciencias Veterinarias. Argentina, Universidad Nacional de la Plata. pp. 8. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55064282/fisio_dig_rumiantes.pdf?1511228154=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DFISIOLOGIA_DIGESTIVA_Y_METABOLICA_DE_LOS.pdf&Expires=1592420379&Signature=XVUYbQ1PylE4d5SqszmKYAyhXOg12IQZGQm744nuIMaDAUAEmgXYpcT8BU5rL-9n0AF4QEJ6fqZ9WKnSWYQG0DYu7d3A8Ek4L~QmWd3P6Bhomd-mvn08NeSpvGlrBoGCLiGzVWh3-HfUncCTh~4IYIMTa9VdkojuBpeE7F7B-xn9AmZiX1OS3IM52KTiF4E1Y3HgmY-uIO2aCF~jcVK3kXj9xmyhY~uM7ehjaa3YjETWG~yzHpzsUT~r93vzZ5zGaAD~LIDCubSuunUnh7AiMcSVq8JjQMjPD6CIytEsLW0vk8WPwr-P5PMINnva5OAz8D-ePyoduKHDacIruoJeGQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Osacar, G. et al, 2010. La guachera es una unidad productiva. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1 – 3.

http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/13-guachera_productiva.pdf

ANEXOS



Anexo 1. Becerreros utilizados para la cría de ternaras alimentadas bajo el protocolo convencional.



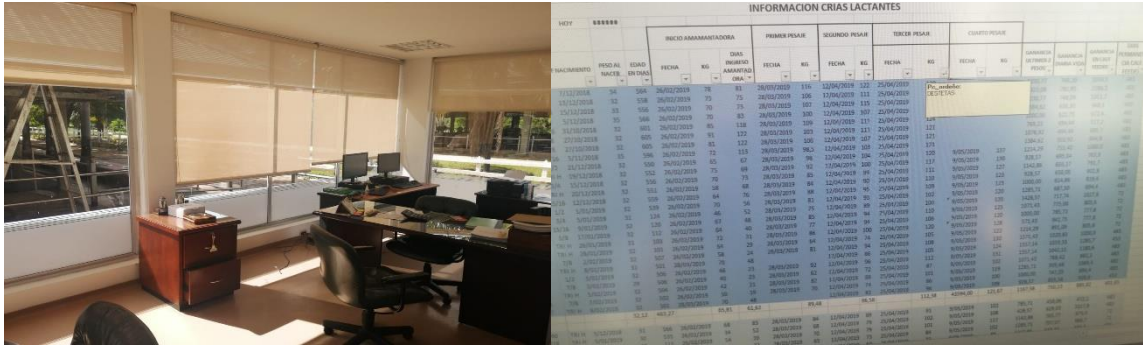
Anexo 2. Permanencia de 21 días y corrales grupales utilizados en el protocolo de alimentación Calf Feeder.



Anexo 3. Cuarto de máquinas para suministro de leche al alimentador automático Calf Feeder.



Anexo 4. Alimentadores automáticos utilizados en el protocolo de alimentación Calf Feeder.



Anexo 5. Oficina y base de datos con información de las crías utilizadas para en análisis de los sistemas de alimentación objetivos de estudio.



Anexo 6. Destete de las terneras alimentadas bajo los dos protocolos de alimentación objetivos de estudio.