

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DEL CRITERIO EMPLEADO PARA EL DESLECHE DE TERNEROS
DE RAZAS LECHERAS CRIADOS CON ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS
SOBRE EL CONSUMO DE NUTRIENTES Y EL CRECIMIENTO CORPORAL**

por

**Camila Leticia CORREA BAYARRES
Karen Gimena MEDEROS PEREIRA**

**TESIS DE GRADO presentada como
uno de los requisitos para obtener el
título en Doctor en Ciencias
Veterinarias**

**Orientación: Higiene, Inspección -
Control y Tecnología de los
Alimentos, y Producción Animal**

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

PÁGINA DE APROBACIÓN

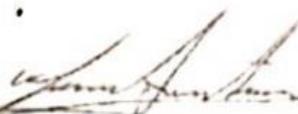
Tesis aprobada por:

Presidente de mesa:



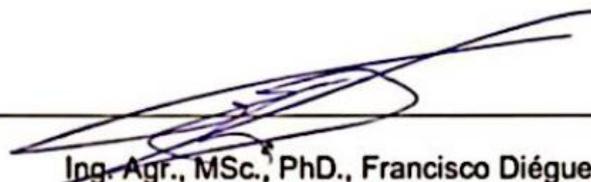
DMTV., MSc., Maximiliano Pastorini

Segundo miembro (Tutor):



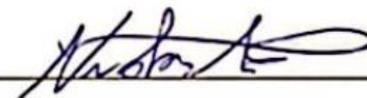
DCV., MSc., Germán Antúnez Tort

Tercer miembro:



Ing. Agr., MSc., PhD., Francisco Diéguez

Cuarto miembro (Co-tutor):

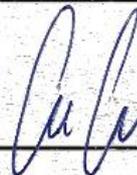


DCV., Nicolás Amaro

Fecha:

27 de diciembre de 2023

Autores:



Bach. Camila Leticia Correa Bayarres



Bach. Karen Gimena Mederos Pereira

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor el Dr. Germán Antúnez por la dedicación y los conocimientos compartidos durante el ensayo experimental, así como en el transcurso de la tesis.

A nuestras compañeras del proyecto Mariana, Viviana y Dahiana, que junto a los ayudantes de investigación del Campo Experimental N° 2, Juan Dayuto y Nicolás Amaro, hicieron posible este proyecto.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera, brindándonos confianza y motivación para que hoy podamos ver alcanzada nuestra meta.

A todos los amigos y compañeros que nos dejó la facultad, por hacer este recorrido mucho más ameno.

A la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República por contribuir en nuestra formación profesional.

Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	5
1. RESUMEN	6
2. SUMMARY	7
3. INTRODUCCIÓN	8
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1. Crianza artificial de terneros en sistemas de producción de bovinos lecheros en Uruguay y en el mundo.	10
4.2. Alimentación de terneros en la etapa lactante y su relación con el desarrollo digestivo	11
4.3. Criterios utilizados para el desleche de los terneros.....	13
4.4. Características de los alimentadores automáticos en la crianza de terneros lecheros	14
5. HIPÓTESIS	15
6. OBJETIVOS	15
6.1. Objetivo general.....	15
6.2. Objetivos específicos	15
7. MATERIALES Y MÉTODOS	16
7.1. Localización	16
7.2. Animales y tratamientos.....	16
7.3. Composición de los alimentos	17
7.4. Mediciones, determinaciones y muestreos	18
7.5. Análisis estadístico.....	19
8. RESULTADOS	20
9. DISCUSIÓN	24
10. CONCLUSIONES.....	26
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro 1. Composición química de los alimentos.	18
Cuadro 2. Edad al desleche, consumo de alimentos, crecimiento corporal y costos de alimentación de los terneros durante todo el periodo experimental según la estrategia de desleche.	21
Figura 1. Alimentador de terneros DeLaval CF150X (Tomado de: BioControl A/S - Rakkestad, Noruega).	17
Figura 2. Edades al desleche en cada tratamiento.	20
Figura 3a. Consumo de leche (g MS/día) de los terneros deslechados en base al consumo de 700 g (T700) o 1000 g (T1000) de concentrado durante tres días consecutivos.	22
Figura 3b. Consumo de concentrado (g MS/día) de los terneros deslechados en base al consumo de 700 g (T700) o 1000 g (T1000) de concentrado durante tres días consecutivos.	22
Figura 3c. Consumo de energía metabolizable (Mcal/día) de los terneros deslechados en base al consumo de 700 g (T700) o 1000 g (T1000) de concentrado durante tres días consecutivos.	22
Figura 4. Promedio semanal de terneros con diarrea, durante las 10 semanas de estudio para los tratamientos T700 y T1000.	23

1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue establecer la estrategia del desleche de terneros Holando y evaluar sus efectos sobre el consumo de alimentos, consumo de nutrientes, el crecimiento corporal y los costos de alimentación. El ensayo experimental se desarrolló en el Instituto de Producción Animal Veterinaria (IPAV) en el campo experimental Nº2 de la Facultad de Veterinaria- Universidad de la República. Se utilizaron 17 terneros Holando machos y hembras ($3 \pm 3,0$ días de vida y $38 \pm 3,5$ Kg de peso vivo inicial). Se alojaron durante el proceso de cría en 2 corrales colectivos provistos con alimentadores automáticos, donde se alimentaron con leche entera a razón de 15 % de su peso vivo al nacimiento y concentrado *ad libitum*. Los terneros se asignaron de forma aleatoria a los siguientes tratamientos: 1) T1000: el desleche se realizó cuando los terneros lograron un consumo de 1000 g de MS/día de concentrado durante tres días consecutivos; 2) T700: el desleche se realizó cuando los terneros lograron un consumo de concentrado de 700 g de MS/día durante tres días consecutivos. Los terneros que se deslecharon a menor edad promedio (42,6) fueron los del tratamiento T700, en cambio los terneros del tratamiento T1000 fueron deslechados a los 45,7 días de edad promedio. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables de consumo de alimentos, crecimiento corporal y costos de alimentación. En cambio, se detectó efecto tratamiento a favor del T1000 para la variable de energía metabolizable. Se concluyó, que en un sistema de crianza artificial en el que se emplean alimentadores automatizados, es posible deslechar a los terneros que alcanzan un consumo sostenido de 700 g de concentrado por día sin disminuir el consumo de nutrientes ni el crecimiento corporal, sin embargo, esta estrategia no permitió disminuir la edad promedio al desleche.

2. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate a weaning strategy for Holstein calves and assess its effects on feed intake, nutrient intake, body growth, and feeding costs. The experimental trial was conducted at the Instituto de Producción Animal de Veterinaria (IPAV) in experimental farm of Facultad de Veterinaria-Universidad de la República. Seventeen Holstein calves, both males and females, with an age of 3 ± 3.0 days and an initial body weight of 38 ± 3.5 kg, were used. During the rearing process, the calves were housed in two collective pens equipped with automatic feeders. They were fed whole milk at a rate of 15% of their birth body weight, along with *ad libitum* concentrated feed. The calves were randomly assigned to the following treatments: 1) T1000: weaning was carried out when calves achieved a consumption of 1000g DM/day of concentrate for three consecutive days; 2) T700: weaning was carried out when calves achieved a concentrate consumption of 700g DM/day for three consecutive days. The calves that were weaned at a younger average age (42.6 days) were those in the T700 treatment, while the calves in the T1000 treatment were weaned at an average age of 45.7 days. Interestingly, no significant differences were found between the treatments in terms of food consumption, body growth, and feeding costs. In contrast, there was a treatment effect in favor of T1000 for the variable of metabolizable energy. It is concluded that in an artificial rearing system using automated feeders, it is possible to wean calves reaching a sustained intake of 700 g of concentrate per day without reducing total nutrient consumption or calf body growth. However, this strategy did not lead to a decrease in the average age at weaning.

3. INTRODUCCIÓN

En bovinos, el periodo perinatal (0 - 2 días de vida), así como el periodo neonatal (3 - 30 días) son los más críticos luego del parto y pueden producirse importantes pérdidas de terneros (McGuirk, 2008). La supervivencia de los terneros depende de una combinación compleja de factores de manejo, ambientales, nutricionales, inmunológicos y sanitarios (Mee, 2008). En el periodo de crianza de terneros se da el proceso de transformación del aparato digestivo, en el que, desde el punto de vista funcional, pasan de ser lactantes pseudo-monogástricos a rumiantes funcionales (Diao, Zhang y Fu, 2019). Al finalizar los terneros deben ser capaces de nutrirse adecuadamente prescindiendo de la leche.

En los sistemas de crianza “natural” los terneros pasan los primeros días de vida al pie de sus madres o de vacas nodrizas, de las que maman directamente. En los sistemas de crianza “artificial”, como lo son los sistemas de crianza de terneros lecheros en Uruguay, los terneros son separados de sus madres entre 6 y 12 horas después del parto asegurando así un adecuado consumo de calostro materno. Se trasladan a áreas especialmente destinadas a la crianza donde se alimentan mediante la administración de sustitutos lácteos y/o leche del propio tambo usando mamaderas, baldes, tetinas y/o sistemas de alimentación automatizados controlados por computadora. Los terneros reciben alimentos sólidos formulados comercialmente (balanceados), agua y forrajes en forma de heno (Schild, 2017).

Los sistemas de crianza artificial pueden ser de forma individual (en estacas, jaulas) o grupal (corrales), ya sea a la intemperie o en galpones. Independientemente del sistema de cría utilizado, éstos deberían de proteger a los terneros de las condiciones climáticas extremas y brindarles confort térmico; proveerles adecuada nutrición y un ambiente seguro de injurias; así como monitorear la salud y bienestar de los animales (Stull y Reynolds 2008; Machado Bittar, 2016). Las amamantadoras están cada vez más presentes en los sistemas de producción de leche con el objetivo de mejorar el crecimiento y bienestar de las terneras, aumentar la eficiencia de la mano de obra durante la fase lactante (de Oliveira, Lopes y Simões, 2019). Estos sistemas de alimentación automatizada permiten nutrir a las terneras con mayores cantidades de leche, ya que pueden alimentarse con mayor frecuencia de una forma más natural. Se pueden realizar destetes más progresivos lo que favorece una mejor transición de monogástrico a rumiante (de Oliveira, Lopes y Simões, 2019). Se puede utilizar en el programa nutricional tanto sustituto lácteo como leche de vaca, con sistemas *ad libitum* o de alimentación restringida.

El desleche es particularmente estresante para el ternero (Weary, Jasper y Hötzel, 2008), esta práctica de manejo debe realizarse en función de la habilidad del ternero para consumir 1–1,5 kg/día de alimento concentrado (Lorenz, Mee, Earley y More 2011a), y de manera tal que no se evidencie disminución del

consumo, pérdida de peso, ni signos de estrés. (Stull y Reynolds 2008; Weary et al., 2008). En Uruguay se utiliza como criterio la edad y el consumo de concentrados. Por un lado, en la cría colectiva el criterio para el desleche es generalmente en base a la edad, que en Uruguay suele ser a las 8-9 semanas de vida (Schild, 2017). En el caso del desleche basado en la edad cronológica de los animales no refleja la capacidad para consumir y digerir adecuadamente los alimentos sólidos luego del desleche. En cambio, el consumo de concentrado suele ser el criterio de desleche más frecuente recomendado en los sistemas de cría individuales y los terneros son deslechados cuando consumen al menos 1 kg de concentrado durante dos a tres días consecutivos (Davis and Drackley, 2002).

Ha sido ampliamente documentado que el crecimiento y la capacidad de consumir y digerir adecuadamente los alimentos sólidos no sólo dependen de la edad, sino que también de otros factores. Por otro lado, existen evidencias que el desleche en función de la habilidad de los terneros para consumir concentrado reduce los signos de hambre y mejora las ganancias de peso vivo posdesleche con respecto al desleche a edad fija (de Passillé y Rushen, 2012). Algunos trabajos concluyen que los terneros que fueron deslechados tarde (80 días de vida) o que fueron deslechados en base al consumo de concentrado no perdieron peso luego del desleche y tuvieron mayores tasas de ganancias de peso en todo el período (de Passillé y Rushen, 2016). Logrando una mejor recría que beneficia la vida productiva y reproductiva de dichos animales. Una buena eficiencia de conversión en la etapa de cría (comprendida desde el nacimiento hasta el desleche) asegura una mejor ganancia de peso en recría lo cual nos permite disminuir la vida improductiva del animal aumentando la productividad del mismo (Mendoza et al., 2014).

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Crianza artificial de terneros en sistemas de producción de bovinos lecheros en Uruguay y en el mundo.

El periodo comprendido entre el nacimiento y el desleche del ternero, es lo que se denomina comúnmente etapa de cría (Berra, 2005). En la crianza natural los terneros permanecen al pie de la madre donde se alimentan directamente, mientras que, en la crianza artificial, los terneros son separados de sus madres y se disponen en áreas que se conocen comúnmente como guacheras.

Existen distintos sistemas de crianza artificial de los terneros lecheros, algunos de ellos se pueden clasificar de acuerdo a si se disponen individualmente (en jaulas, estacas, correderas) o en forma colectiva (corrales, potreros), a la cantidad de leche ofrecida, si se alojan en galpones o al aire libre (Rodríguez, Maiztegui y Allasia, 2011). En los sistemas lecheros uruguayos los terneros son criados artificialmente, alimentándose con sustitutos lácteos y/o leche de descarte, empleando tetineras, alimentadores automáticos o mamaderas. Además, se ofrece concentrado iniciador *ad libitum* desde las primeras semanas de vida (Shild, 2017).

Las instalaciones para los terneros deben ser adecuadas desde el punto de vista del bienestar animal, siendo un lugar limpio, seco, con acceso a la comida, agua y sombra, control de temperaturas extremas e interacción con otros animales (Coelho, 2016). La disposición individual de los terneros tiene como objetivo disminuir la diseminación de patógenos, y facilita la alimentación, evitando problemas de dominancia, permitiendo un mayor control del consumo de concentrado, así como de agua (Coelho, 2016). Por otra parte, la crianza de forma colectiva se considera más apropiada desde el punto de vista del comportamiento animal, además de presentar mayor consumo de alimentos sólidos desde el inicio en comparación con animales criados individualmente (Vieira et al., 2012). En cambio, los sistemas colectivos presentan como desventajas, mayor probabilidad de contagio, dificultad en la manipulación de los animales para prácticas de manejo y la falta de control de consumo individual, dependiendo del sistema de alimentación (Coelho, 2016).

Las medidas de manejo tomadas dependerán de cada sistema utilizado, en cuanto a terneros criados de forma colectiva se debe tener en cuenta que existe un alto porcentaje de contagio de infecciones con patógenos digestivos y/o respiratorios, y que pueden desarrollar diarreas y/o neumonías en mayor medida que terneros criados individualmente (Waltner-Toews et al., 1986; Olsson et al., 1993; Stull y Reynolds 2008). En los terneros criados bajo techo las probabilidades de adquirir enfermedades respiratorias se asocian a la pobre ventilación, alta humedad y transmisión aerógena de microorganismos. Por otro

lado, los terneros criados a la intemperie tendrán mayor riesgo de enfermedades respiratorias y de hipotermia en inviernos fríos y húmedos (Earley et al., 2004; Lorenz et al., 2011b). Para evitar la transmisión y disminuir la carga de estos patógenos, es necesario implementar protocolos de desinfección de aplicación periódica, utilizando desinfectantes de amplio espectro con buena penetración en las superficies, así como también en el suelo (McGuirk 2008; Rodríguez et al., 2011; Hötzel et al., 2014).

De acuerdo con la cantidad de alimento líquido suministrado, la crianza artificial puede ser definida como convencional o intensiva. En la forma convencional se administra leche entera o sustituto lácteo en un 8-10% del peso vivo en dos tomas diarias, además concentrado iniciador *ad libitum* desde los primeros días de vida del ternero hasta alcanzar un consumo de 1kg por día durante 3 días consecutivos (Lagger, 2010). Por otro lado, en la cría intensiva se suministra 20% de peso vivo de leche por día o sustituto lácteo con un alto porcentaje de proteína cruda (24-26%), además del acceso a concentrado *ad libitum* (Lagger, 2010).

4.2. Alimentación de terneros en la etapa lactante y su relación con el desarrollo digestivo

La alimentación del ternero comienza con la administración de calostro en cantidad equivalente al 10% del peso vivo (PV) al nacimiento, el cual se suministra entre las 3 y 6 horas posteriores al nacimiento (Mendoza, Caffarena, Fariña, Morales, Giannitti, 2017). Se suele administrar mediante sondas buco esofágicas o mamaderas, permitiendo de esta forma conocer la cantidad, el momento y calidad del calostro suministrado (Godden 2008).

Durante los primeros meses de vida, la digestión de los terneros es similar a un animal monogástrico, ya que la dieta láctea pasa directamente al abomaso por el cierre de la gotera esofágica. Durante esta etapa la digestión es enzimática y se produce fundamentalmente en el abomaso (verdadero estómago glandular) y en los intestinos (Roy, 1980 citado por Rotger, 2005). Los terneros recién nacidos poseen un rumen subdesarrollado no funcional, a medida que aumenta el consumo de concentrado iniciador, se produce mayor concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente de butirato, que favorece el desarrollo de las papilas del epitelio ruminal. Esto es clave en la adquisición de la capacidad de absorber los productos de la fermentación de los alimentos por parte de la microbiota ruminal (Stamey, Janovick, Kertz, Drackley, 2012). Por lo tanto, el consumo de alimentos sólidos, especialmente los concentrados, durante la etapa lactante, son de gran importancia para el desarrollo de la microbiota ruminal, el desarrollo de la capacidad de absorción de los productos de la fermentación que son esenciales para el metabolismo de los rumiantes y el desleche efectivo de los terneros (Gesteria, 2016).

A nivel mundial se recomienda que el suministro de la dieta líquida sea a razón del 10% de peso vivo (PV) del ternero, para fomentar el consumo de concentrado, el desleche temprano y reducir los costos de alimentación por ternero (Coelho, 2016). Sin embargo, una oferta superior de dieta líquida (leche y/o sustitutos lácteos) proporciona mayores ganancias de peso, mejor desarrollo de la glándula mamaria y mayor producción en la primera lactancia (Díaz et al., 2001; Gelsinger et al., 2016). Por contrapartida, una mayor oferta de leche o sustituto reduce el consumo voluntario de concentrados, lo que puede retrasar el desarrollo digestivo de los terneros o el desempeño posdesleche (Gelsinger et al., 2016). Además, en algunos trabajos se reportan los beneficios de una mayor oferta de la dieta líquida para disminuir el efecto estresante del frío sobre el crecimiento y la salud del ternero (Stull y Reynolds 2008; Rodríguez et al., 2011).

El desarrollo físico y funcional del rumen se debe en gran medida a la administración de fibras, granos y el acceso constante al agua desde temprana edad (Vasseur et al., 2010; Lorenz et al., 2011a). El consumo de fibra promueve el desarrollo muscular del rumen, además que es esencial para estimular la rumia y mantener el pH en rangos saludables (Beiranvand et al., 2014). No obstante Davis y Drackley (2002), describen que el heno ofrecido en partículas de gran tamaño dificulta la digestión en terneros menores de 8 semanas. Por otra parte, un estudio llevado por Kertz et al. (1984) sostiene que la restricción de agua disminuye el consumo de concentrado iniciador lo que se refleja en una menor ganancia de peso.

Los niveles de proteína bruta en el concentrado deben ser superiores al 18% en terneros deslechados antes de las 4 semanas de edad. Se recomienda administrar concentrado de 16 a 18% de proteína bruta en terneros deslechados entre las 4 y 6 semanas de vida (Davis y Drackley, 2002). Asimismo, parece ser importante la composición del concentrado, los alimentos sólidos peletizados o texturizados pueden influir en la ingesta y en el crecimiento de los terneros, comparado con aquellos que reciben una dieta con alimentos molidos (Nejad et al. 2012).

Quigley (2019), realizó un metaanálisis en base a 9 estudios que analizaron la digestibilidad aparente en terneros lecheros durante la etapa lactante y encontró que el principal factor que determina la capacidad de digestión de los alimentos sólidos al momento del desleche, es el consumo acumulado de carbohidratos no fibrosos (CNF) tales como el almidón. Los concentrados ricos en almidón se fermentan fácilmente en el rumen, producen una mayor proporción de ácidos grasos volátiles, especialmente ácido propiónico y butírico, que son esenciales para el desarrollo del epitelio ruminal (Davis y Drackley, 2002). Estos productos de la fermentación representan una pequeña proporción de los nutrientes que requieren los terneros durante las primeras semanas de vida, pero a medida que

los terneros crecen, aumenta el consumo de MS de alimentos sólidos y mejoran la capacidad de fermentación ruminal (Quigley, 1997b).

4.3. Criterios utilizados para el desleche de los terneros

La transición de una alimentación en base a dieta líquida y concentrado a una alimentación exclusivamente con alimentos sólidos es un momento crítico para el ternero, que puede repercutir a nivel metabólico, digestivo, productivo, sanitario y comportamental (Khan, Bach, Weary y Keyserlingk, 2016). En este momento, debería evitarse realizar otras tareas, como por ejemplo el descorne, la eliminación de pezones supernumerarios, inmunizaciones, castraciones, transporte y/o la aplicación de medicamentos, ya que podría conducir a una menor respuesta inmunitaria (Stull y Reynolds 2008; Lorenz et al., 2011a).

Se suele recomendar realizar el desleche en base a la edad o el consumo de concentrado, pero también se puede considerar los objetivos del productor, aspectos económicos, entre otros (Davis y Drackley, 2002). Las formas de desleche pueden ser, de manera paulatina o de forma abrupta, dependiendo del criterio utilizado por cada establecimiento. En los sistemas que realizan el desleche de forma abrupta, los terneros concurren con más frecuencia a las amamantadoras y vocalizan, demostrando signos indicativos de hambre, en comparación con los sistemas que deslechan progresivamente (Budzynska y Weary, 2007; Jasper, Budzynska y Weary, 2008).

La dieta líquida debería reducirse gradualmente antes del desleche para garantizar que los terneros consuman cantidades suficientes de alimento sólido y mantener el crecimiento posdesleche (Khan et al., 2011). Uno de los criterios utilizados más frecuentemente en los sistemas de cría individual, es de acuerdo con el consumo de concentrado, cuando ingieren al menos 1 kg de concentrado durante dos o tres días consecutivos, las ganancias de peso vivo durante el periodo posdesleche serían de alrededor de 750 g/día (Davis y Drackley, 2002). En cambio, en la cría colectiva el consumo de concentrado generalmente no puede ser determinado en forma individual, por esto, el desleche suele realizarse en base a la edad, entre 7 a 9 semanas de vida (NAHMS, 2007).

Davis y Drackley (2002) sugieren que el desleche debería asociarse al consumo voluntario de concentrado, reflejando de esta manera el desarrollo digestivo y el crecimiento corporal posdesleche. Algunos estudios han sugerido que los terneros deben consumir 700 a 800 g/día durante tres días consecutivos antes del desleche (Quigley, 1997a). Otros autores, sostienen que el consumo mínimo de concentrado al momento del desleche debe ser equivalente al 15% de su peso vivo al nacimiento (Greenwood, Morrill y Titgemeyer, 1997). El National Academies of Science, Engineering, and Medicine (2001) recomendaba que fuera realizado el desleche cuando los terneros ingieren 680 g/día de

concentrado, aunque recientemente fue modificado este número a 1000 g/día (Stamey et al., 2012).

Los terneros deslechados en base al consumo inicial de concentrado alcanzan mayores ganancias de peso vivo y no pierden peso luego del desleche (De Passillé y Rushen, 2012). Por otro lado, Bacha (1999) describe que el desleche se debe realizar en torno a los 60 días de vida, sin considerar el consumo de concentrado. Este criterio en base a la edad se emplea con mayor frecuencia en Uruguay (Schild, 2017)

4.4. Características de los alimentadores automáticos en la crianza de terneros lecheros

Es un sistema automatizado que permite determinar la alimentación de los animales de manera individual. Están compuestos por un comedero para el suministro de concentrado, una tetina conectada a un tanque de mezcla de sustitutos lácteos y/o leche pasteurizada, un dispositivo que permite la lectura del chip de identificación de cada individuo y un software instalado en una computadora que controla el equipo (James y Machado, 2013)

Nielen et al. (1993) sugirieron que el alojamiento en grupo de terneros para la utilización de los alimentadores automatizados aumentaba la tasa de enfermedad en comparación con los terneros alojados en jaulas individuales. Asimismo, Svensson et al. (2006) describieron que grupos pequeños de terneros y alimentados con leche a mano tenían un menor riesgo de infección en comparación con aquellos alojados en corrales grandes y alimentados con alimentadores de leche automáticos.

Quigley y Bearden (1996) sostienen que los alimentadores automáticos pueden mejorar la eficiencia de ganancia y por lo tanto su crecimiento. Además, permite el comportamiento natural de succión de la ternera, que el animal cree su propio horario de consumo, proporciona la leche siempre a la misma temperatura, sobre todo minimiza el estrés de los terneros al realizar el desleche. Los datos de consumo individual bajo estos sistemas automatizados nos pueden ayudar en la identificación de animales que presentan enfermedades, ya que es posible visualizar reducciones en el consumo de alimentos (Borderas et al., 2009).

Por lo tanto, los alimentadores automáticos tienen muchas ventajas: ahorro de mano de obra, reducción de la edad al desleche con un mejor mantenimiento del peso, reducción de costos de alimentación, identificación de enfermedades, disminución de la alimentación cruzada, menor tasa de mortalidad y permite una mayor interacción social entre terneros (de Oliveira et al., 2019).

Por contrapartida, presentan también algunas limitaciones, tales como, una mayor probabilidad de transmisión de enfermedades, necesidad de infraestructura adecuada, además de requerir lotes parejos para evitar dominancia entre los terneros (de Oliveira et al., 2019).

5. HIPÓTESIS

En un sistema de crianza artificial en el que se emplean alimentadores automatizados, el desleche de 700 gramos de MS de concentrado en lugar de 1000 gramos posibilita que éste se realice a menor edad sin afectar negativamente el crecimiento corporal de los terneros durante la etapa de lactante.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar de qué manera el desleche basado en el consumo de 700 gramos en lugar de 1000 gramos de concentrado, afecta la edad al desleche, el consumo de nutrientes y el crecimiento corporal de los terneros durante las primeras 10 semanas de vida, en un sistema de crianza artificial en el que se emplean alimentadores automatizados.

6.2. Objetivos específicos

- Determinar la edad al desleche en ambos tratamientos.
- Evaluar el consumo de alimentos y de nutrientes en la etapa pre y posdesleche.
- Evaluar el crecimiento corporal, la eficiencia de alimentación, terneros con diarrea y los costos de alimentación durante el periodo experimental.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Localización

El ensayo experimental se desarrolló en el Instituto de Producción Animal Veterinaria (IPAV) en el Campo experimental N° 2, ruta 1 km 42,5, Libertad, San José, Uruguay. Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por la CEUA- FVET (PI 569/17).

7.2. Animales y tratamientos

Se utilizaron 20 terneros de razas lecheras pertenecientes al Campo Experimental N°2 de la Facultad de Veterinaria. Tres terneros fueron descartados del ensayo experimental por problemas sanitarios ajenos a los tratamientos, por lo tanto, los resultados se basan en 17 animales que fueron considerados las unidades experimentales. Se alojaron durante el proceso de cría en dos corrales colectivos (5 m²/ternero), semi-techados, que contaban cada uno de ellos con bebedero y alimentadores automáticos de leche y concentrado.

Los terneros fueron bloqueados por fecha de nacimiento, peso vivo al nacer y raza. Luego se asignaron en forma aleatoria a uno de los tratamientos que se describen a continuación:

1) T1000: el desleche se realizó cuando los terneros lograron un consumo de 1000 g de MS/día de concentrado durante tres días consecutivos.

2) T700: el desleche se realizó cuando los terneros lograron un consumo de concentrado de 700 g MS/día durante tres días consecutivos.

Luego del nacimiento los terneros permanecieron durante 1 día en boxes individuales y luego del calostro ingresaron a los corrales grupales, donde se alimentaron con leche entera a razón de 15% de su peso vivo al nacimiento y concentrado de inicio peletizado *ad libitum* (Cuadro 1). Ambos alimentos fueron suministrados mediante dos equipos denominados: Alimentador de terneros DeLaval CF150X (BioControl A/S - Rakkestad, Noruega).

Según el manual, la amamantadora DeLaval CF150X es un alimentador para terneros controlado por ordenador, con capacidad para alimentar hasta 25 animales por estación de alimentación en un sistema de estabulación libre. El equipo puede utilizarse para alimentar a los terneros desde el momento en el que dejan de ingerir el calostro y hasta que son deslechados en torno a los 2 meses de vida. Los terneros tienen acceso a las tetinas durante las 24 horas del día y se requiere identificación individual del ternero mediante un transponder (chip) en la oreja derecha para su registro por el equipo. El chip se comunica con un lector en la estación de alimentación de leche o de concentrado. Cada vez

que el ternero accede a la misma, el sistema controla su acceso y registra la cantidad de leche o concentrado que ha consumido el ternero.



Figura 1. Alimentador de terneros DeLaval CF150X (Tomado de: BioControl A/S - Rakkestad, Noruega).

7.3. Composición de los alimentos

Los litros de leche y el consumo de materia fresca de concentrado de cada ternero fueron registrados automáticamente por el equipo y posteriormente convertidos a consumo de MS por día.

La composición química de los alimentos se describe en el *Cuadro 1*. Cuatro muestras de leche fueron tomadas cada semana del experimento y analizadas individualmente para determinar la concentración de lípidos, proteína y lactosa. Por otra parte, las muestras de concentrado se tomaron semanalmente conformando un pool que posteriormente se analizó para determinar el contenido de materia seca (MS), cenizas totales, proteína cruda, extracto etéreo (EE) y fibra neutro detergente (FND). El contenido de energía metabolizable de cada alimento fue estimado a través de las ecuaciones propuestas por Drackley (2008).

Cuadro 1. Composición química de los alimentos

Ítem	Leche ¹	Concentrado ²
MS ³ , %	13,5 ± 1,75	92,2
PB, % MS	28,5 ± 3,68	21,1
EE, % MS	36,9 ± 7,46	2,3
Lactosa, %MS	34,6 ± 4,20	-
FND, % MS	-	15,1
Cenizas, % MS	-	6,2
CNF ⁴ , % MS	-	55,3
EM ^{5,6} , Mcal/kg MS	5,98 ± 0,30	3,25

¹ La composición de la leche es el promedio de 29 muestras tomadas durante el experimento.

² La composición del concentrado hace referencia a una única muestra compuesta (pool).

³ El % de MS de la leche se calculó cómo: PB + grasa + lactosa + cenizas. El contenido de cenizas no fue determinado y se tomó el valor de referencia reportado por Alais (2003).

⁴ Carbohidratos no fibrosos (CNF en % MS) = 100 - (FND % + PB % + EE % + cenizas %).

⁵ EM de la leche (Mcal/kg MS) = [(9,11 × EE %) + (5,86 × PB %) + (3,95 × Lactosa %)]

⁶ EM del concentrado (Mcal/kg MS) = (1,01 × ED - 0,45) + [0,0046 × (EE%- 3)]. La energía digestible (ED), expresada como Mcal/kg MS, se calculó en base a las ecuaciones propuestas por Drackley (2008), considerando el contenido de energía y la digestibilidad (dig) de las diferentes fracciones del alimento = (dig. CNF × 4,2) + (dig. FND × 4,2) + (dig. PB × 5,6) + (dig. EE × 9,4).

7.4. Mediciones, determinaciones y muestreos

Semanalmente se registró la altura a la cadera, el peso vivo y la condición corporal (escala 1-5) de cada animal durante todo el período experimental. A partir de estas mediciones se calcularon la tasa de aumento de altura y peso vivo. Además, se calculó la eficiencia de alimentación (g de peso vivo/g de alimento consumido), así como el costo de alimentación por animal y por kg de peso vivo logrado en el periodo experimental. El costo de alimentación se calculó considerando 0,430 U\$/kg MS de concentrado y 0,400 U\$/litro de leche. Adicionalmente se registró para cada ternero la edad y el peso vivo el día que comenzó y finalizó el desleche.

Diariamente se revisaron todos los animales y se registraron todos los procesos patológicos y los tratamientos realizados en los períodos pre y posdesleche. A partir de estos registros se analizó el promedio semanal de terneros con diarrea y el número de tratamientos veterinarios aplicados a los animales de cada estrategia de desleche, de acuerdo con las descripciones realizadas por Kertz y Chester-Jones (2004).

7.5. Análisis estadístico

La edad y el peso vivo al desleche, la altura a la cadera y la condición corporal al momento del desleche fueron analizadas mediante el PROC MIXED de SAS (SAS 9.4 University Edition, SAS Inst. Inc., Cary NC, USA). El modelo incluyó el efecto fijo del tratamiento (T) y el efecto aleatorio del bloque (B).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_l + e_{ij}$$

Donde:

μ = media general.

T_i = efecto fijo del tratamiento.

B_l = efecto aleatorio del bloque.

e_{ij} = error residual.

El consumo de alimentos (leche, concentrado y consumo total de MS), el consumo de nutrientes (PC, EM, CNF y relación PC/EM), el peso vivo, altura a la cadera, ganancia de peso, ganancia de altura, eficiencia de conversión el score fecal y los costos de alimentación (por ternero y por kg de peso vivo logrado) fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo mediante el PROC MIXED de SAS (SAS 9.4 University Edition, SAS Inst. Inc., Cary NC, USA). Debido a que los tratamientos se aplicaron individualmente a cada ternero mediante el alimentador automático, se consideró al ternero como la unidad experimental ($n = 17$). El modelo incluyó el efecto fijo del tratamiento (T), el efecto fijo de la semana (S), el efecto fijo de la interacción tratamiento por semana (T x S) y el efecto aleatorio del bloque (B). Se consideró una estructura de covarianza de tipo AR (1).

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + (T_i \times S_j) + B_l + e_{ijk}$$

Donde:

μ = media general.

T_i = efecto fijo del tratamiento.

S_j = efecto fijo de la semana.

$T_i \times S_j$ = efecto fijo de la interacción entre el tratamiento x semana.

B_l = efecto aleatorio del bloque.

e_{ijk} = error residual.

En todos los casos las medias de cada tratamiento fueron comparadas con la prueba de Tukey-Kramer. Se aceptaron como diferencias significativas valores de $P \leq 0,05$ y como tendencia valores de $0,05 < P \leq 0,10$. Los análisis estadísticos se realizaron para todo el período y para los períodos pre y posdesleche por separado.

8. RESULTADOS

La edad promedio al desleche fue similar entre los terneros del tratamiento T700 y T1000, siendo a los 42,6 y 45,7 días respectivamente (*Figura 2; Cuadro 2*). En T700 el rango de edades al desleche fue de 16 a 66 días, mientras que en T1000 fue de 29 a 60 días (*Figura 2*).

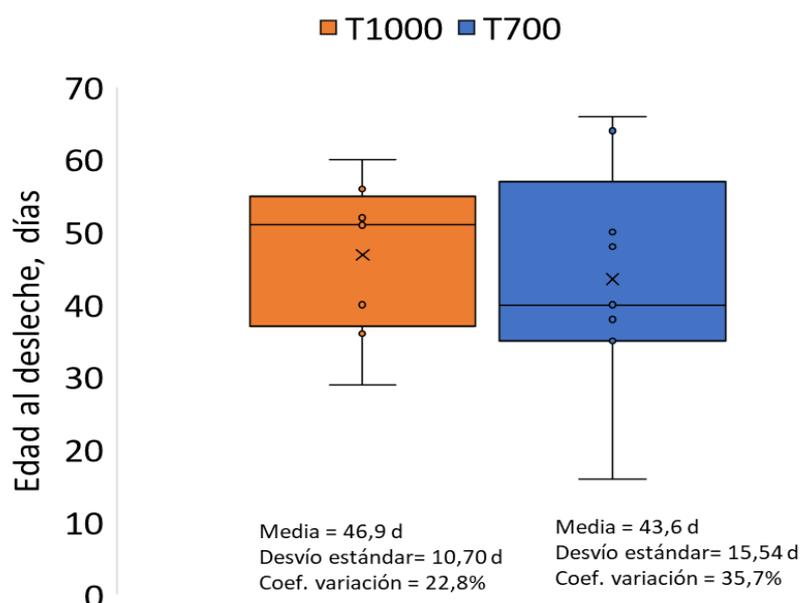


Figura 2. Edades al desleche en cada tratamiento (T700= tratamiento por consumo de concentrado inicial de 700g; T1000= tratamiento por consumo de concentrado inicial de 1000 g).

El consumo promedio de leche fue de $427 \pm 60,8$ g de MS/d y no se detectó efecto del tratamiento (*Cuadro 2; Figura 3a*). En el mismo sentido, el consumo promedio de concentrado durante todo el estudio (semana 0 a 10) fue de $726 \pm 170,1$ g de MS/d, siendo similar en ambos tratamientos (*Cuadro 2; Figura 3b*).

Tanto el consumo de concentrado como el consumo total de MS en el periodo pre-desleche fue superior en T1000 con respecto a T700 ($P < 0,01$). Mientras que, el consumo de concentrado pos-desleche tendió ($P = 0,069$) a ser superior en T1000 en relación con T700 (*Cuadro 2*). En el mismo sentido, el consumo de EM (Mcal/d) tendió a ser mayor en el T1000 con respecto al de T700 ($P = 0,074$) y se detectó una interacción tratamiento por semana significativa en esta misma variable ($P = 0,014$). En este sentido, se pueden apreciar valores estadísticamente significativos, en el consumo de EM a favor del T1000 durante las semanas 0 y 1, así como entre las semanas 6 y 7 del estudio (*Figura 3c*). El efecto de la semana de estudio fue estadísticamente significativo en todas las variables analizadas (*Cuadro 2*).

Cuadro 2. Edad al desleche, consumo de alimentos, consumo de nutrientes, crecimiento corporal y los costos de alimentación de los terneros durante todo el periodo experimental según la estrategia de desleche.

ítem	Tratamiento			P- Valor		
	T700	T1000	EEM	T	S	T x S
Edad al desleche, d	42,6	45,7	6,17	0,610	-	-
Consumo de alimentos						
Leche, g MS/d	400	454	60,8	0,315	< 0,01	0,682
Concentrado, g MS/d	735	717	170,1	0,820	< 0,01	0,803
Consumo total, g MS/d	1135	1171	129,0	0,428	< 0,01	0,232
Consumo de nutrientes						
Energía metabolizable, Mcal/d	4,7	5,0	0,30	0,074	< 0,01	< 0,01
Proteína cruda, g/d	255	267	24,4	0,293	< 0,01	0,134
g PC/Mcal EM	54,3	54,0	1,50	0,737	< 0,01	0,251
CNF, g/d	407	396	98,5	0,819	< 0,01	0,798
Consumo de alimentos predesleche						
Consumo total, g MS/d	1256	1511	59,6	< 0,01	-	-
Concentrado, g MS/d	574	793	35,0	< 0,01	-	-
Consumo de alimentos posdesleche						
Concentrado, g MS/d	1304	1533	107,8	0,069	-	-
Diferencia pre y pos-desleche, g/d	60	22	11,6	0,755	-	-
Crecimiento corporal y eficiencia de alimentación						
Peso vivo inicial, kg	33,2	35,1	3,02	0,378	-	-
Peso vivo al desleche, kg	47,3	49,7	3,12	0,569	-	-
Kg logrados pre-desleche	13,0	15,4	3,12	0,570	-	-
Peso vivo promedio, kg	48,8	45,7	3,47	0,343	< 0,01	0,984
Ganancia diaria de peso, g/d	479	465	40,8	0,804	< 0,01	0,983
Altura a la cadera, cm	79,8	78,6	0,830	0,320	< 0,01	0,391
Condición corporal (escala 1 a 5)	3,00	2,97	0,101	0,957	< 0,01	0,406
Ef. de alimentación, g peso/kg MS	170	175	18,2	0,836	< 0,01	0,891
Crecimiento corporal al desleche						
Peso vivo promedio	50,7	49,8	5,430	0,857	-	-
Altura a la cadera, cm	80,6	79,9	1,690	0,719	-	-
Condición corporal	2,95	3,19	0,119	0,157	-	-
Costo de alimentación						
Leche, U\$/animal/d	1,08	1,24	0,153	0,375	< 0,01	0,232
Concentrado, U\$/animal/d	0,33	0,34	0,068	0,933	< 0,01	0,684
Total, U\$/animal/d	1,41	1,58	0,267	0,231	< 0,01	0,112
U\$/kg peso vivo logrado	0,67	1,13	0,272	0,220	0,005	0,322

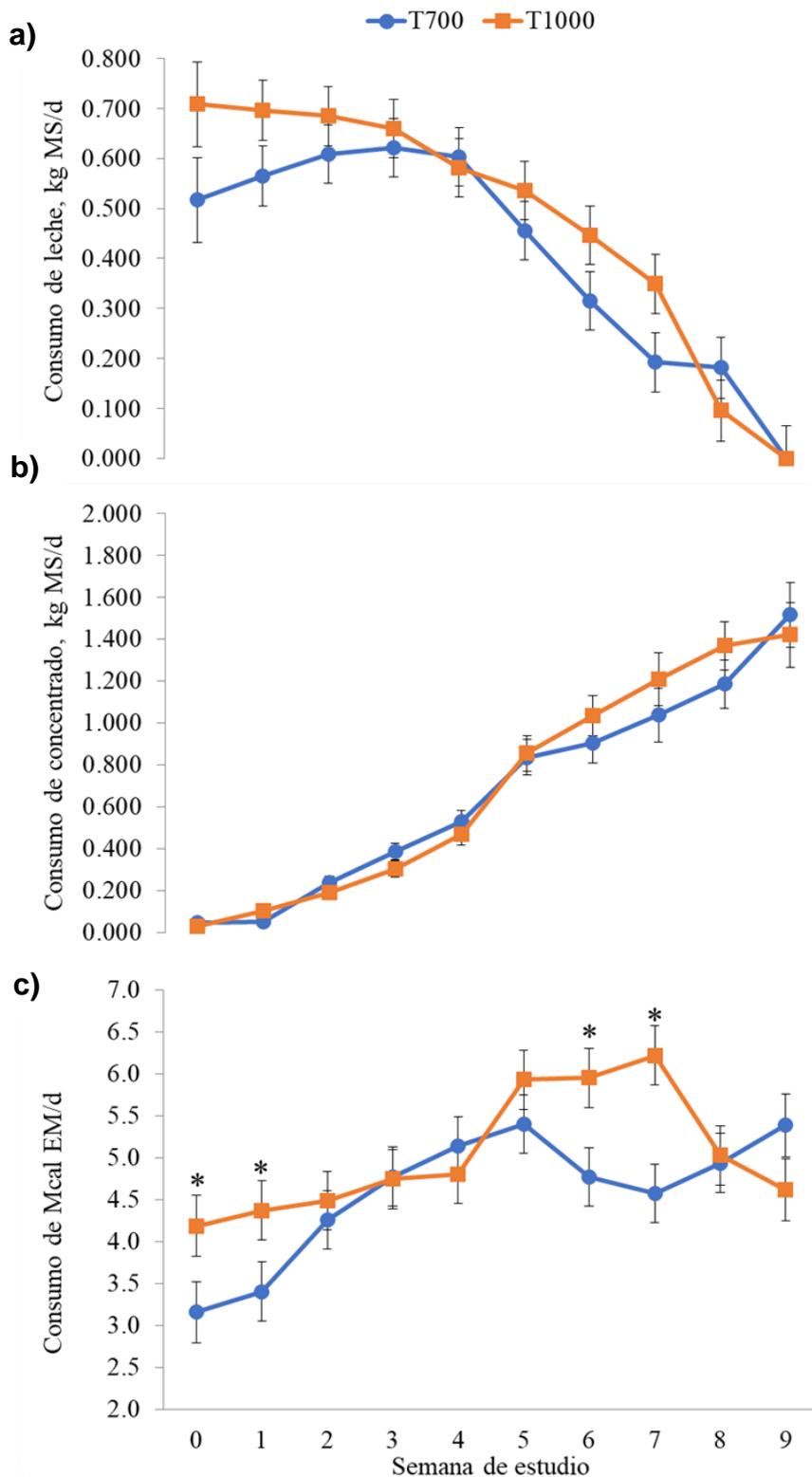


Figura 3. Consumo de leche **(a)**, concentrado **(b)** y energía metabolizable **(c)** de los terneros deslechados en base al consumo de 700 g (T700) o 1000 g (T1000) de concentrado durante tres días consecutivos. * señalan diferencias significativas entre tratamientos en las semanas indicadas ($P < 0,05$).

En las variables ganancia diaria de peso vivo, altura a la cadera, condición corporal al desleche y eficiencia de alimentación, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (*Cuadro 2*). Por otra parte, no se observaron diferencias significativas en los costos totales de alimentación. Se puede mencionar que los U\$S/kg de peso vivo logrado fue numéricamente mayor en los terneros T1000 sin ser estadísticamente significativo.

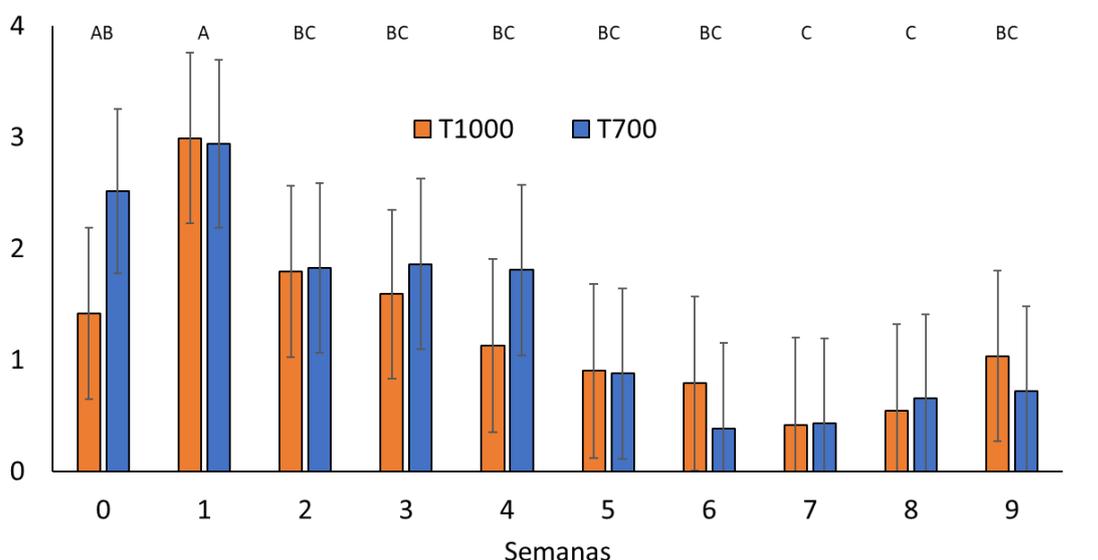


Figura 4. Promedio semanal de terneros con diarrea, durante las 10 semanas de estudio para los tratamientos T700 y T1000. Las letras (A, B, C) indican efecto entre semanas ($P < 0,05$).

En cuanto a los terneros con diarrea por semana, se pudo observar un aumento importante en el número de terneros con deposiciones clasificadas como score 2 y 3 durante las semanas 0 y 1, sobre todo en el T700. Esto pudo verse reflejado en el consumo de EM, que fue inferior en esas semanas para el T700 con respecto al T1000 (*Figura 3c; Figura 4º est*).

9. DISCUSIÓN

Contrariamente a lo esperado, no se detectaron diferencias significativas en las edades promedio al desleche en los terneros de ambos tratamientos. A pesar de que las edades no fueron estadísticamente significativas, se observó un mayor rango de edades al desleche en los terneros del T700 y se reflejó en el mayor coeficiente de variación en dicho tratamiento. Estos resultados son similares a otros estudios (Bortagaray, Cardozo y Rotundo, 2021) en los que los terneros fueron deslechados tomando como criterio la habilidad para consumir concentrado. En dicho estudio los terneros que comenzaron a ser deslechados a partir de lograr un consumo de 750 g/día, se deslecharon con edades promedio inferiores (36 días) que los terneros que se deslecharon tomando como criterio 1000 g/día de concentrado (48 días) y los que se deslecharon por edad a los 57 días de vida.

Si bien, en términos generales en nuestro experimento el consumo de alimentos y de nutrientes fue similar en ambos tratamientos, detectamos un mayor consumo de EM en el T1000 durante las semanas 6 y 7 del estudio. Es posible que esto se deba a que durante esas semanas una mayor proporción de los terneros T1000 estuvieron consumiendo leche, siendo dicho alimento una gran fuente de EM con respecto al concentrado. En cambio, una gran proporción de los terneros T700 ya se habían deslechado durante dichas semanas.

Por otro lado, no se generó aumento en el consumo de concentrado en el periodo previo ni posterior al desleche en los terneros de T700 con respecto a los T1000. Es posible que el desleche de algunos terneros del T700 con edades inferiores a los 35 días, no permite una gran tasa de aumento de consumo debido a un menor desarrollo digestivo. En este sentido un estudio reportó que los terneros adquieren la máxima capacidad de digerir los alimentos sólidos cuando en la etapa predesleche logran un consumo acumulado de al menos 15 kg de CNF (Quigley, 2019). Esto podría explicar el bajo consumo de concentrado de los T700, con respecto a los T1000. En este estudio, los T700 lograron en promedio 17,3 kg de CNF, mientras que los T1000 lograron 18,1 kg CNF. Si bien, en promedio ambos tratamientos tuvieron un consumo acumulado mayor a 15 kg de CNF, el rango de edades de los T700 es superior en relación con los T1000, donde se presentó una mayor proporción de terneros deslechados con edades inferiores a los 35 días, como se mencionó anteriormente.

En este mismo sentido, en estas condiciones experimentales, donde los animales de ambos tratamientos permanecen juntos y en donde el acceso al comedero es restringido en cantidad (un solo comedero por corral), el consumo voluntario de concentrado no solamente pudo estar asociado al desarrollo digestivo de los terneros, sino que también pudo reflejar la competencia por el comedero. En otras palabras, aquellos terneros sumisos podrían haber consumido concentrado por debajo de su capacidad para digerirlo por

dificultades para acceder al comedero. De igual forma, es importante resaltar, que en ambos tratamientos presentaron aumento en el consumo de alimentos en los periodos pre-desleche y pos-desleche, además la cantidad de terneros en cada unidad de alimentación automática fue sustancialmente inferior a la capacidad máxima indicada por el fabricante.

En cuanto a la salud de los terneros, se pudo observar animales con diarrea sobre todo en las primeras semanas del estudio. Es posible que estuvieran involucrados varios factores, tales como agentes infecciosos, problemas nutricionales, medioambientales y de manejo (Klein-Jöbstl, Iwersen y Drillich, 2014). Podríamos relacionar el bajo consumo de EM en estas semanas del experimento con la alta frecuencia de diarrea en los terneros.

Cabe destacar que los costos de alimentación en este ensayo están sujetos a variaciones de los precios en los insumos. Puntualmente en este experimento se observó un pequeño aumento en los costos del T1000, si bien el consumo total de alimentos no difiere entre tratamientos, este aumento se podría deber a la duración de este. Se puede mencionar que la variable U\$S/kg PV logrado fue superior en el T1000, demostrando una mayor eficiencia en este tratamiento.

En síntesis, los resultados analizados en este estudio confirman que es posible el desleche en base al consumo inicial de 700 g de concentrado por día empleando alimentadores automatizados, ya que no obtuvimos evidencias que este manejo pueda generar efectos negativos sobre el desarrollo digestivo o el crecimiento corporal de los terneros. Además, permite reducir el tiempo en el que los terneros permanecen en la etapa de cría, aunque la edad al desleche tuvo un rango amplio y no se diferenciaron estadísticamente los tratamientos. De esta forma, disminuyen los costos de alimentación y la cantidad de tiempo empleado en tareas asociadas al suministro de leche. Por otro lado, el desleche basado en el consumo requiere el control de la ingesta diaria de concentrado, por lo que su implementación es factible en sistemas en los que se emplean alimentadores automatizados y resultaría poco práctico en otras condiciones.

10. CONCLUSIONES

Se concluye que en un sistema de crianza artificial en el que se emplean alimentadores automatizados es posible deslechar a los terneros que alcanzan un consumo sostenido de 700 gramos de concentrado por día sin disminuir el consumo de nutrientes totales ni el crecimiento corporal de los terneros. Sin embargo, esta estrategia no permitió disminuir la edad promedio al desleche.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacha, F. (1999). Nutrición del ternero neonato. En *XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal* (pp. 277-301). Barcelona: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
- Beiranvand, H., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Nabipour, A., Dehghan-Banadaky, M., Homayouni, A., y Kargar, S. (2014). Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. *Journal Dairy Science*, 97, 2270-2280.
- Berra, G. (2005). Buenas prácticas en la crianza y recría de vaquillonas en el tambo. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXIII, p. 87). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Bittar, Carla Maris Machado (2016). Instalações para bezerras leiteiras. *Cadernos técnicos de Veterinária e Zootecnia*, (81), 26-44.
- Borderas, T. F., De Passillé, A. M. B., y Rushen, J. (2009). Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2843-2852.
- Bortagaray Panizza, L., Cardozo López, V., y Rotundo Palivoda, A. (2021). *Efecto de la estrategia de desleche sobre el comportamiento ingestivo y la actividad fermentativa ruminal de terneros Holando* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Budzynska, M., y Weary, D.M. (2007). Weaning distress in dairy calves: Effects of alternative weaning procedures. *Applied Animal Behaviour Science*, 112, 33-39.
- Coelho, S. (2016). Concentrado e água para bezerros. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, (81), 75-89
- Davis, C.L., y Drackley, J.K. (2002). *Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- de Oliveira Silva, G. R., Lopes, M. A., y Simões Filho, L. M. (2019). Alimentador automático de bezerras: Revisão. *PUBVET*, 13, 170.
- de Passillé, A. M., y Rushen, J. (2016). Using automated feeders to wean calves fed large amounts of milk according to their ability to eat solid feed. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3578-3583.

- De Passillé, A.M., y Rushen, J. (2012). Adjusting the weaning age of calves fed by automated feeders according to individual intakes of solid feed. *Journal of Dairy Science*, 95, 5292-5298.
- Diao, Q., Zhang, R., y Fu, T. (2019). Review of strategies to promote rumen development in calves. *Animals*, 9(8), 490.
- Diaz, M.C., Van Amburgh, M.E., Smith, J.M., Kelsey, J.M., y Hutten, E.L. (2001). Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105- kilogram body weight. *Journal of Dairy Science*, 84 (830), 830-842.
- Drackley, J. K. (2008). Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 55-86.
- Earley, B., Murray, M., Farrel, J.A., y Nolan, M. (2004). Rearing calves outdoors with and without calf jackets compared with indoor housing on calf health and live-weight performance. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 43, 59-67.
- Gelsinger, S.L., Heinrichs, A.J., y Jones, C.M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6206-6214
- Gesteria, S. (2016). Concentrado e água para bezerros. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, (81), 75-89.
- Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39.
- Greenwood, R.H., Morrill, J.L., y Titgemeyer, E.C. (1997). Using dry feed intake as a percentage of initial body weight as a weaning criterion. *Journal of Dairy Science*, 80(10), 2542-2546.
- Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., Cardoso, C.S., y Costa, J.H.C. (2014). A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in Southern Brazil. *PLoS One*, 9(12), e114995.
- James, B., y Machado, K. (2013). Group housing and feeding systems for calves—Opportunities and challenges. En *Proceedings Western Dairy Management Conference*, Reno. Recuperado de <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7deedf8c0be637eafe63ae7cd46a4112cd2be70>
- Jasper, J., Budzynska, M., y Weary, D.M. (2008). Weaning distress in dairy calves: Acute behavioural responses by limit-fed calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 110, 136-143.

- Kertz, A.F., Reutzel, L.F., y Mahoney, J.H. (1984). Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score, and season. *Journal of Dairy Science*, 67(12), 2964-2969.
- Kertz, A.F., y Chester-Jones, H. (2004). Invited review: guidelines for measuring and reporting calf and heifer experimental data. *Journal of Dairy Science*, 87, 3577-3580
- Khan, M.A., Bach, A., Weary, D.M., y Von Keyserlingk, M.A.G. (2016) Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99, 885-902.
- Khan, M.A., Weary, D.M., y von Keyserlingk, M.A.G. (2011). Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94,1071-1081.
- Klein-Jöbstl, D., Iwersen, M., y Drillich, M. (2014). Farm characteristics and calf management practices on dairy farms with and without diarrhea: A case-control study to investigate risk factors for calf diarrhea. *Journal of dairy science*, 97(8), 5110-5119.
- Lagger, J. (2010). Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. *Revista Veterinaria Argentina*, 27(265), 1-28.
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E., y More, S.J. (2011b). Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Irish Veterinary Journal*, 64(1), 14.
- Lorenz, I., Mee, J.F., Earley, B., y More, S.J. (2011a). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*, 64,10.
- McGuirk, S. M. (2008). Disease management of dairy calves and heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 139-153.
- Mee, J. F. (2008). Newborn dairy calf management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 1-17.
- Mendoza, A., Acosta, Y., Morales, T., Román, L., Pla M., y La Manna, A. (2014). Manejo de la recría en los tambos: aportes desde INIA. *Revista INIA*, (37), 32- 35.
- Mendoza, A., Caffarena, D., Fariña, S., Morales, T., y Giannitti, F. (2017). *Manejo del calostrado en el ternero neonato: Herramientas para una crianza más saludable y eficiente*. Montevideo: INIA

- National Academies of Science, Engineering, and Medicine. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition (7^a ed.)*. Washington: The National Academies Press
- National Animal Health Monitoring System (NAHMS) Dairy. (2007). *Reference of dairy cattle health and management practices in the United States*. Washington: USDA.
- Nejad, J.G., Torbatinejad, N., Naserian, A. A., Kumar, S., Kim, J. D., Song, Y. H. y Sung, K. I. (2012). Effects of processing of starter diets on performance, nutrient digestibility, rumen biochemical parameters and body measurements of brown swiss dairy calves. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25, 980-987.
- Nielen, M., Schukken, Y. H., Van De Broek, J., Brand, A., Deluyker, H. A., y Maatje, K. (1993). Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on a low somatic cell count farm. *Journal of Dairy Science*, 76(9), 2589-2596.
- Olsson, S.O., Viring, S., Emanuelson, U., y Jacobsson, S.O. (1993). Calf diseases and mortality in Swedish dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 34, 263-269.
- Quigley, J. (1997a). *Bacteria del rumen en terneros*. Calf Notes.com #05 Recuperado de <https://www.calfnotes.com/pdf/CNOO5e.pdf>
- Quigley, J. (1997b). *¿Cuándo está lista una becerro para ser destetada?*. Calf Notes.com #09. Recuperado de <https://www.calfnotes.com/pdf/CN009e.pdf>.
- Quigley, J.D. (2019). Symposium review: Re-evaluation of National Research Council energy estimates in calf starters. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 3674-3683.
- Quigley III, J. D., y Bearden, B. J. (1996). Growth and intake of calves fed milk replacer by nipple bottle or computer feeding system. *The Professional Animal Scientist*, 12(3), 187-191.
- Rodríguez, A.R., Maiztegui, J.A., y Allassia, M.A. (2011). *Crianza artificial de terneros, un real desafío tecnológico (2^a ed.)*. Santa Fe: Fondo Editor Allignani.
- Rotger Cerdà, A. (2006). *Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona.

- Roy, J. H. B. (1980). The digestive system of the calf. En *The Calf*. Boston: Butterworth.
- Schild, C.O. (2017). *Caracterización de los sistemas de crianza y parto y estimación de las tasas de mortalidad de terneros y abortos vistos en establecimientos lecheros de Uruguay* (Tesis de maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Stamey, J. A., Janovick, N. A., Kertz, A. F., y Drackley, J. K. (2012). Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 3327-3336.
- Stull, C., y Reynolds, J. (2008). Calf welfare. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 191-203.
- Svensson, C., Linder, A., y Olsson, S.O. (2006). Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *Journal Dairy Science*, 89, 4769-4777.
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., y de Passillé, A.M. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal of Dairy Science*, 93, 1307-1316.
- Vieira, A. D. P., De Passillé, A. M., y Weary, D. M. (2012). Effects of the early social environment on behavioral responses of dairy calves to novel events. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 5149-5155.
- Waltner-Toews, D., Martin, S.W., Meek, A.H., y McMillan, I. (1986). Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds. I. The data. *Preventive Veterinary Medicine*, 4, 103- 124.
- Weary, D. M., Jasper, J., y Hötzel, M. J. (2008). Understanding weaning distress. *Applied Animal Behaviour Science*, 110(1-2), 24-41.