

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**ESTRATEGIA PARA EL DESLECHE DE TERNEROS
HOLANDO Y SUS EFECTOS SOBRE EL CONSUMO DE
ALIMENTOS, EL CRECIMIENTO CORPORAL Y LOS
COSTOS DE ALIMENTACIÓN**

por

BIDAGARAY USLENGHI, Agustín
BOTTINO OSTUNI, Natalia
PAGANINI MATOS, Antonella



FV-34552

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

Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

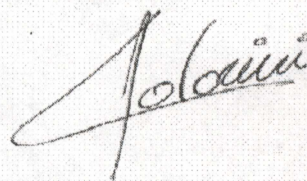
PAYSANDÚ
URUGUAY
2021

FACULTAD DE VETERINARIA
Departamento de Documentación
y Biblioteca

11600 Montevideo - Uruguay

TG
1917

Tesis de grado aprobada por:



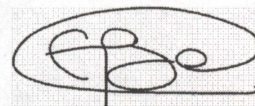
Dr. Maximiliano Pastorini

Presidente de mesa:



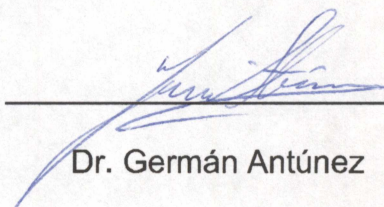
Dr. José Eduardo Blanc

Segundo miembro (Tutor):



Dr. Gustavo Benítez

Tercer miembro:

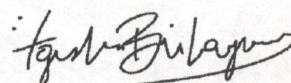


Dr. Germán Antúnez

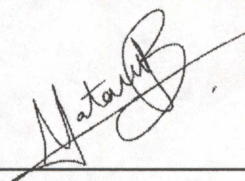
Cuarto miembro:

Fecha: 26 de noviembre de 2021

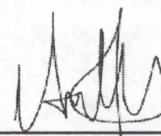
Autores:



Agustín Bidagaray Uslenghi



Natalia Bottino Ostuni



Antonella Paganini Matos

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con

12 (doce) vot

3 4 5 5 2

532647 Presentación congreso 1986cep 2021

AGRADECIMIENTOS

A nuestros tutores Dr. José Eduardo Blanc y Dr. German Antúnez por darnos la oportunidad de realizar este ensayo experimental, compartiendo sus conocimientos a lo largo de todo el trayecto.

A los docentes de la Facultad de Veterinaria en Paysandú que contribuyeron de alguna manera Dra. Lourdes Adrien, Dr. Jorge Gil, Dr. Juan Franco, Ing. Agr. Ramiro Zanoniani.

Al jefe de operaciones de la EEMAC y a los funcionarios del tambo de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", por su buena disposición y colaboración.

A nuestras familias y amigos por todo el apoyo incondicional, confianza y motivación constante durante todo el transcurso de nuestra etapa universitaria.

A la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, que de una forma u otra han contribuido a formarnos como profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
1. RESUMEN.....	6
2. ABSTRACT.....	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8
4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	9
4.1. Desarrollo digestivo de los terneros.....	9
4.2. Importancia del consumo de concentrado en la etapa predesleche	10
4.3. Estrategia de desleche.....	11
4.4. Costos de crianza.....	12
5. HIPOTESIS.....	13
6. OBJETIVOS.....	14
6.1. Objetivos Generales.....	14
6.2. Objetivos Específicos.....	14
7. MATERIALES Y METODOS.....	15
7.1. Diseño del experimento.....	15
7.2. Composición de los alimentos.....	16
7.3. Mediciones.....	16
7.4. Análisis estadístico.....	17
8. RESULTADOS.....	19
9. DISCUSIÓN.....	22
10. CONCLUSIONES.....	25
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	26

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

	Página
Tabla 1- Composición química de los alimentos	16
Tabla 2 - Edad al desleche, consumo de alimento, crecimiento corporal y costos de alimentación durante la cría de terneros Holando según estrategia de desleche.....	19
Figura 1 - Tratamientos nutricionales. Desleche por edad (DPE), Desleche por consumo inicial (DCI) y Desleche por habilidad de consumo (DPH).....	15
Figura 2 - Consumo de leche (a) y concentrado (b) de los terneros deslechados por edad (DPE), por el consumo de concentrado (DCI) o por la habilidad para aumentar el consumo de concentrado durante el desleche (DPH).	20
Figura 3 - Costo de alimentación acumulado (a) y costo de alimentación por kg de peso vivo logrado (b) de terneros deslechados por edad (DPE), por el consumo de concentrado (DCI) o por la habilidad para aumentar el consumo de concentrado durante el desleche (DPH).	21

1. RESUMEN

El objetivo de este ensayo experimental fue evaluar si las estrategias de desleche basadas en el consumo de concentrado afectan el consumo de alimentos, el crecimiento corporal y los costos de alimentación durante las primeras nueve semanas de vida de terneros Holando en un sistema de cría convencional. El ensayo fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la UdelaR, Paysandú. Se utilizaron 36 terneros Holando machos y hembras ($3 \pm 3,0$ días de vida y $38 \pm 3,5$ kg de peso vivo inicial) que fueron asignados al azar a cada tratamiento luego de ser bloqueados por fecha de nacimiento, sexo y peso vivo (PV). Los terneros fueron alimentados con 5 l de leche entera pasteurizada, agua y concentrado *ad libitum*. Los tratamientos consistieron en: 1) desleche por edad (DPE): a los 50 días de vida se inició el desleche progresivo durante 6 días independientemente del consumo de concentrado; 2) desleche por consumo inicial (DCI): cuando consumieron 1000 g de concentrado durante 2 días consecutivos se inició el desleche progresivo durante 6 días; 3) desleche por habilidad de consumo (DPH): cuando consumieron 700 g durante 2 días consecutivos se inició el desleche y finalizó cuando lograron consumir 1000 g de concentrado durante 2 días consecutivos. Las variables que se midieron fueron el peso vivo (PV), altura a la cadera, condición corporal y consumo de leche y concentrado. Los terneros del tratamiento DPH se deslecharon 20 y 12 días antes que los tratamientos DCI y DPE, respectivamente. Además, consumieron un 62% de leche siendo este el costo principal de alimentación. No se detectó efecto del tratamiento sobre el crecimiento corporal de los terneros al final del experimento. La eficiencia de conversión de los kg ganados/kg de MS consumida en DPE y DCI no presentaron diferencias significativas, pero al comparar los U\$/kg logrados el tratamiento DPH tuvo un costo relativamente menor. Se concluye que, en sistemas de cría, en los que se suministran cantidades moderadas de leche (cría convencional), la estrategia de desleche no afecta en forma significativa el crecimiento corporal de los terneros, pero permite reducir la edad al desleche y los costos de alimentación durante las primeras nueve semanas de vida.

2. ABSTRACT

The aim of this experiment was to assess if the weaning strategies based on concentrate intake will affect feed intake, body growth and feeding costs of Holstein calves during the first 9 weeks of life. The experiment was done at experimental station Mario A. Cassinoni (EEMAC) of Universidad de la República (UdelaR), Paysandú, Uruguay. Thirty-three Holstein calves, both males and females, were used ($3 \pm 3,0$ days of age and $38 \pm 3,5$ kg of initial BW), randomized in each treatment after being blocked by date of birth, sex, and initial BW. Calves were fed with 5 l of pasteurised whole milk, fresh water and concentrate *ad libitum*.

The treatments consisted in: 1) weaning by age (DPE): at 50 days of age the progressive weaning was started during 6 days independently of concentrate intake; 2) weaning based on initial starter intake (DCI): when they consumed 1000 g of concentrate during 2 consecutive days the progressive weaning was started for 6 days; 3) weaning based on the ability to increase concentrate intake (DPH): having consumed 700 g during 2 consecutive days the progressive weaning process was started and it ended when they achieved the consumption of 1000 g of concentrate during 2 consecutive days. The measured variables were body weight (BW), hip height, body condition, milk intake and concentrate intake. The weaning process of DPH treatment calves finished between 20 and 12 days earlier than the DCI and DPE respectively. Furthermore, they consumed 62% milk, being this the main feed cost. No significant effect of the treatment was detected on body growth of calves at the end of the experiment.

Efficiency of conversion of kgs gained/kg of MS consumed in DPE and DCI presented no significant differences, but when comparing U\$/kg obtained, the DPH treatment had a relatively lower cost.

We conclude that, in livestock farming systems in which moderate amounts of milk (conventional raising) are supplied, the weaning strategy does not affect significantly the body growth in calves, but it allows for the reduction of weaning age and feeding costs during the first nine weeks of life.

Resumen: El objetivo de este experimento fue evaluar si las estrategias de destete basadas en el consumo de concentrado afectan el consumo de alimento, el crecimiento corporal y los costos de alimentación de las crías de vacas Holstein durante las primeras 9 semanas de vida. El experimento se realizó en la estación experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República (UdelaR), Paysandú, Uruguay. Se utilizaron treinta y tres crías de vacas Holstein, machos y hembras, con edades entre 3 y 3,0 días y un peso inicial de $38 \pm 3,5$ kg, asignadas aleatoriamente a cada tratamiento después de ser bloqueadas por fecha de nacimiento, sexo y peso inicial. Las crías fueron alimentadas con 5 l de leche entera pasteurizada, agua fresca y concentrado *ad libitum*. Los tratamientos consistieron en: 1) destete por edad (DPE): se inició el destete progresivo a los 50 días de edad, independientemente del consumo de concentrado; 2) destete basado en el consumo inicial de concentrado (DCI): cuando consumieron 1000 g de concentrado durante 2 días consecutivos, se inició el destete progresivo por 6 días; 3) destete basado en la capacidad de aumentar el consumo de concentrado (DPH): cuando consumieron 700 g de concentrado durante 2 días consecutivos, se inició el destete progresivo y terminó cuando alcanzaron el consumo de 1000 g de concentrado durante 2 días consecutivos. Las variables medidas fueron peso corporal (BW), altura de cadera, condición corporal, consumo de leche y consumo de concentrado. El proceso de destete de las crías del tratamiento DPH terminó entre 20 y 12 días antes que el DCI y el DPE, respectivamente. Además, consumieron el 62% de leche, que es el principal costo de alimentación. No se detectó un efecto significativo del tratamiento sobre el crecimiento corporal de las crías al final del experimento. La eficiencia de conversión de kg de carne obtenida/kg de MS consumida en DPE y DCI no presentó diferencias significativas, pero al comparar el costo en U\$/kg obtenido, el tratamiento DPH tuvo un costo relativamente menor.

Concluimos que, en los sistemas de cría de ganado en los que se suministran cantidades moderadas de leche (cría convencional), la estrategia de destete no afecta significativamente el crecimiento corporal de las crías, pero permite reducir la edad de destete y los costos de alimentación durante las primeras nueve semanas de vida.

3. INTRODUCCIÓN

La etapa de cría de terneros en los sistemas lecheros se puede definir como el período comprendido entre el nacimiento y el desleche (Davis y Drackley, 2002). En Uruguay tiene una duración de 73 días promedio y los terneros son criados separados de sus respectivas madres, al aire libre, alimentados con leche de descarte y concentrado de inicio (Schild, 2017). Durante esta etapa y la recría, el productor incurre en costos asociados principalmente a la alimentación, sin percibir ingresos inmediatos (Repetto, Cajarville, Mendoza y Oleggini, 2008), considerándolas etapas improductivas (Mendoza, 2014). Por esta razón, durante varias décadas se ha recomendado el suministro de cantidades restringidas de leche como forma de estimular el consumo de concentrado, promover el desarrollo digestivo, deslechar a la menor edad posible y reducir los costos de alimentación (National Research Council, 2001; Davis y Drackley, 2002).

El momento del desleche es clave para el futuro productivo de los terneros porque condiciona significativamente el desarrollo digestivo y el crecimiento posdesleche (Klopp et al., 2019). Algunas de las estrategias implementadas para el desleche de terneros se basan en la edad, el peso corporal o el consumo individual de concentrado (Davis y Drackley, 2002). En Uruguay, el criterio empleado con mayor frecuencia es la edad (Schild, 2017). Sin embargo, la recomendación más extendida sugiere que el desleche se debería basar en el consumo individual de concentrado (Davis y Drackley, 2002). En base a esto, algunos autores han sugerido que los terneros Holando deberían lograr un consumo 700 a 800 g/día durante 3 días consecutivos antes del desleche (Quigley, 1997a). Otros autores han sugerido que el consumo mínimo de concentrado al desleche debería ser equivalente al 1,5% de su peso vivo al nacimiento, dado que existen importantes variaciones en el peso al nacimiento, incluso dentro de una misma raza (Greenwood, Morrill y Titgemeyer, 1997). Posteriormente, se sugirió que los terneros deberían comer al menos 1,0 kg de concentrado por día para lograr buenas ganancias de peso posdesleche (Stamey, Janovick, Kertz y Drackley, 2012).

Recientemente, algunos trabajos analizaron el desleche basado en la habilidad de los terneros para incrementar el consumo de concentrado durante el desleche, dado que podría reflejar con mayor precisión el desarrollo digestivo individual de cada ternero (de Passillé y Rushen, 2012; Gesteria, 2016; Klopp et al., 2019; Bittar et al., 2020). En algunos de estos trabajos se han establecido consumos mínimos de concentrado para iniciar el desleche (ej. Bittar et al., 2020) o consumos máximos para finalizarlo (de Passillé y Rushen, 2012). Al parecer, los terneros deslechados en base al consumo inicial de concentrado alcanzaron mayores ganancias de peso vivo y no perdieron peso luego del desleche (de Passillé y Rushen, 2012). Se plantea que, considerar un bajo consumo inicial de concentrado prolonga el período de desleche, mientras que un consumo inicial de concentrado alto reduce los días de desleche, pero incrementa la edad a la que se inicia (de Passillé y Rushen, 2012).

En esta tesis se analizará si en los sistemas de cría convencional, el desleche basado en el consumo de concentrado presenta ventajas productivas o económicas en comparación con el desleche basado en la edad de los terneros.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La cría es una de las etapas claves en la vida de los terneros, debido a que los diversos procesos que ocurren durante ésta, pueden repercutir en el corto, mediano y largo plazo (Bacha, 1999). Luego que la transferencia pasiva de inmunidad es asegurada, dos de los principales objetivos en la crianza de terneros son el desarrollo digestivo y el crecimiento corporal (Davis y Drackley, 2002). Dichos aspectos serán abordados en la revisión que se presenta a continuación.

4.1. Desarrollo digestivo de los terneros

Al nacimiento, el abomaso representa más de la mitad del peso relativo del conjunto de los pre-estómagos de los terneros y el proceso de digestión es similar al de los monogástricos (Davis y Drackley, 2002). Por otra parte, el retículo-rumen representa alrededor del 25% del peso del conjunto de los pre-estómagos, el epitelio ruminal no tiene un gran desarrollo de las papilas y la microbiota es prácticamente nula durante las primeras horas de vida (Davis y Drackley, 2002). De esta forma, la adquisición de una capacidad de digestión ruminal similar a como ocurre en los ruminantes adultos, implica tanto el desarrollo de la microbiota ruminal como el aumento de la capacidad de intercambio a través del epitelio ruminal (Davis y Drackley, 2002).

Durante el primer día de vida el rumen de los terneros comienza a ser colonizado por bacterias aeróbicas que se encuentran en el ambiente (Quigley, 1997a). Otras bacterias que se instalan en el rumen durante los primeros días de vida, tales como *Escherichia coli* y *Clostridium welchi*, provienen del reflujo desde el abomaso (Bacha, 1999). En las semanas siguientes, el rumen empieza a ser colonizado por bacterias amilolíticas, proteolíticas, celulolíticas, que amplían la variedad de fracciones de los alimentos que pueden ser fermentadas en el rumen (Rey, Enjalbert y Monteils, 2012). A su vez, los productos de la fermentación generados por la microbiota, en especial los ácidos grasos volátiles (AGV), juegan un rol central en el desarrollo del epitelio ruminal (Terré y Castells, 2016).

Para una correcta absorción de los productos de la fermentación ruminal se requiere de un buen desarrollo de las papilas del epitelio del retículo-rumen y una abundante vascularización del mismo. Aquellos alimentos que se fermentan fácilmente, como el caso de los concentrados iniciadores, son mejores que los alimentos fibrosos para el desarrollo temprano del epitelio ruminal (Davis y Drackley, 2002). Dichos concentrados, que en general son ricos en almidón y se fermentan fácilmente en el rumen, producen una mayor proporción de AGV tales como ácido propiónico y butírico que estimulan el desarrollo de las papilas del retículo-rumen (Davis y Drackley, 2002). Mientras que el ácido acético y propiónico se absorben a través del epitelio ruminal tanto en forma no disociada (difusión pasiva) como disociada (transporte activo), el ácido butírico se metaboliza en las papilas ruminales y es debido a esto que tiene mayor influencia en el desarrollo del epitelio (Bacha, 1999). Otros productos de la fermentación tales como el dióxido de carbono, favorecen el flujo de sangre hacia este órgano, aumentando la captación y transporte de nutrientes a través del epitelio ruminal (Bacha, 1999).

4.2. Importancia del consumo de concentrado en la etapa lactante

Como se presentó anteriormente, el consumo de concentrados de inicio durante las primeras semanas de vida es fundamental para favorecer el pasaje de los terneros de lactante a rumiante (Bacha, 1999). Se recomienda que dicho alimento sea ofrecido desde los primeros días de vida, para promover su consumo voluntario y favorecer el desarrollo temprano de los pre-estómagos (Quigley, 1997b; Gesteria, 2016). El consumo voluntario de concentrado depende de múltiples factores tales como la cantidad de leche ofrecida (de Trinidad, 2014; Dearmas et al., 2016), la edad (de Trinidad, 2014), el acceso al agua (Kertz, Reutzel y Mahoney, 1984; Quigley, 1997c), las características del concentrado (Gesteria, 2016), el acceso a forrajes (Castells, Bach, Araujo, Montoro y Terré, 2012), la estrategia de desleche (de Passillé y Rushen, 2012; Klopp et al., 2019; Bittar et al., 2020), entre otros factores (Gesteria, 2016).

La principal fuente de energía de los concentrados de inicio proviene de los carbohidratos no fibrosos tales como el almidón, que es aportado por granos de cereales tales como: maíz, cebada, trigo, avena, sorgo y arroz (Gesteria, 2016). Por otra parte, el concentrado de inicio debe contener en torno a 18% de proteína cruda de buena calidad (National Research Council, 2001). La harina de soja es una de las fuentes de proteína más utilizadas en este tipo de alimentos (Bacha, 1999), aunque también se puede utilizar otras fuentes de proteínas vegetales (en general de menor calidad que la soja): harina de girasol, harina de canola, DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles), entre otras (Hill et al., 2013).

Durante la etapa lactante, el consumo voluntario de concentrado aumenta paulatinamente, conforme aumenta la capacidad ruminal, se desarrolla la microbiota y aumenta la capacidad de fermentación (Gesteria, 2016). Cuando el alimento sólido ingresa al rumen, es la microbiota ruminal la encargada de fermentarlo y generar diversos productos, como los AGV, que son fundamentales para el metabolismo de los rumiantes (Gesteria, 2016). En las primeras semanas de vida estos productos de la fermentación representan una pequeña proporción de los requerimientos de los terneros, pero su importancia aumenta a medida que los terneros crecen, aumenta el consumo de MS de alimentos sólidos y mejoran la capacidad de fermentación ruminal (Quigley, 1997b). Esto sucede a lo largo de varias semanas (Davis y Drackley, 2002), durante las cuales es imprescindible que los terneros desarrollen la capacidad de extraer nutrientes a partir del alimento sólido (Quigley, 1997d).

Un trabajo reciente en el que se analizó una serie de ensayos de digestibilidad aparente *in vivo* en terneros, concluyó 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) aportado por el concentrado de inicio durante la etapa lactante (Quigley, 2019). En dicho trabajo se estableció que los terneros adquieren la capacidad de extraer el 100% de la energía metabolizable (EM) del alimento sólido cuando lograron un consumo acumulado de 15 kg de CNF antes del desleche (Quigley, 2019). Este trabajo resalta la importancia del consumo de concentrado durante la etapa pre-desleche y su relación con el desarrollo digestivo y el crecimiento corporal.

4.3. Estrategia de desleche

El proceso de desleche de los terneros determina el fin de la alimentación láctea y el comienzo de la transición de lactante a rumiante (Davis y Drackley, 2002; Khan et al., 2016). Este proceso implica grandes cambios a nivel comportamental, metabólico y digestivo (Khan et al., 2016). El momento en que se produce el desleche suele ser una definición basada principalmente en recomendaciones técnicas tales como la edad o el consumo de concentrado (Davis y Drackley, 2002), pero también son considerados otros aspectos tales como los objetivos del productor, la organización del trabajo, aspectos económicos, entre otros.

Bacha (1999) sostiene que, en los sistemas de cría tradicionales, el desleche se realiza en torno a los 60 días de vida, sin considerar el consumo de concentrado de los terneros. Otros autores sugieren que el desleche debería estar asociado al consumo voluntario de concentrado (Davis y Drackley, 2002), dado este reflejaría el desarrollo digestivo de los terneros y se relaciona con el crecimiento corporal pos-desleche (Stamey et al., 2012).

Una de las recomendaciones más extendidas en relación al consumo de concentrado es que los terneros deberían ser deslechados cuando alcanzan un consumo equivalente a 1,5%-2,0% del peso vivo que tenían cuando se comenzó el suministro de concentrado (Greenwood et al., 1997). Según esta recomendación un ternero de unos 40 kg de peso vivo podría ser deslechado cuando logra un consumo de 600 g MS de concentrado/día durante tres días (Greenwood et al., 1997) o 680-907 g/día durante dos días consecutivos (Quigley, 1997d). Según Stamey et al. (2012) cuando los terneros consumieron en promedio 1 kg de concentrado en la semana previa al desleche, lograron ganancias de peso vivo de alrededor de 750 g/d durante el periodo pos-desleche, que son adecuadas para terneros de razas lecheras de biotipos grandes.

Algunos trabajos recientes (de Passillé y Rushen, 2012; 2016), han evaluado estrategias de desleche basadas en la habilidad individual de cada ternero para consumir concentrado al inicio y al final del desleche. En uno de estos trabajos (de Passillé y Rushen, 2016) se comparó el desleche gradual durante 8 días a partir del día 40 de vida, el desleche gradual durante 9 días a partir del día 80 de vida o el desleche en función del consumo de concentrado al inicio (200 g/d) y al final (1400 g/d) del periodo de desleche. Los autores concluyen que los terneros que fueron deslechados más tarde (a partir del día 80 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 periodo (de Passillé y Rushen, 2016). En otro estudio realizado por estos autores (de Passillé y Rushen, 2012) se realizó el desleche teniendo en cuenta un alto (800 g/d) o bajo (400 g/d) consumo de concentrado para comenzar el desleche y un alto (1600 g/d) o bajo (800 g/d) consumo de concentrado para finalizarlo. Los autores plantean que considerar un bajo consumo de concentrado inicial prolonga el periodo de desleche y por el contrario un consumo inicial alto de concentrado reduce la duración del periodo de desleche, pero incrementa la edad a la que se inicia el mismo.

Según el relevamiento realizado por Schild (2016) en 225 tambos, en el 77,3% de los establecimientos encuestados se ofrecen concentrados comerciales a partir de las primeras semanas de vida. Sin embargo, el desleche suele realizarse en forma gradual (74,2%) a los 73 días de vida (Schild, 2016). Si bien no existe información

detallada al respecto, los resultados de esta encuesta indicarían que el principal criterio empleado para el desleche de los terneros en Uruguay es la edad.

4.4 Costos de la crianza

Como se ha mencionado anteriormente uno de los objetivos de la crianza es acelerar el pasaje de los terneros de lactante a rumiante, de forma saludable y con el menor costo posible (Legger, 2010). Tradicionalmente se ha recomendado limitar el consumo de leche durante la crianza, para estimular el consumo temprano de concentrado y reducir los costos de crianza (Davis y Drackley, 2002). Asimismo, una mayor oferta de sustituto lácteo incrementa los costos y retrasa la ingesta de concentrado, lo que conlleva un gran desafío para los productores al momento de concluir con sus objetivos de desleche (Welboren, Leal, Steele, Khan, Martín-Tereso, 2019).

En términos generales, la leche o el sustituto lácteo representa el principal costo durante la cría, sin embargo, la gran eficiencia de conversión que tiene los animales en esta etapa determina que el costo por kg de PV logrado durante la crianza sea similar tanto cuando se suministran cantidades limitadas de leche, como cuando se suministran mayores volúmenes (oferta equivalente a 10% vs. 20% del PV) de leche (Cajaville, Antúnez, Repetto, 2020). Además, algunos autores demuestran que, si bien las dietas con mayor porcentaje de sustituto lácteo serían más costosas, las mismas generarían un mayor retorno, como consecuencia de lactancias más productivas (Davis Rincker et al., 2011, citado por De Trinidad, 2014). Además, las mejoras en el proceso de crianza, disminuyen los costos totales del proceso de recría debido a la disminución de los días que los animales permanecen improductivos (Mendoza et al., 2014).

Cabe destacar que esta categoría, asegura el éxito en los sistemas de producción lecheros, tanto desde el punto de vista económico como productivo garantizando la continuidad del mismo (Gulliksen, Lie y Østerås, 2009). Aunque para muchos establecimientos del país es la categoría menos priorizada, debido a que demanda gastos e inversiones, sin generar ingresos hasta la primera lactancia o venta de los mismos (Mendoza, 2007).

A modo de síntesis, los costos de crianza y recría constituyen el origen de diversos factores que influyen en la efectividad económica productiva del sistema lechero. Por lo que, uno de los objetivos de un sistema de producción es minimizar los costos maximizando la eficiencia. No obstante, a pesar de pretender minimizar costos, la integridad productiva, genética y fenotípica de los animales debe respetarse (Berra, 2005).

5. HIPÓTESIS

La hipótesis de esta tesis es que el consumo de concentrado refleja el desarrollo digestivo de los terneros lecheros, por lo tanto, el desleche en base a la capacidad para consumir concentrado permitirá reducir el periodo de crianza y lograr las mismas tasas de crecimiento corporal que los terneros deslechados en base a la edad.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar si las estrategias de desleche basadas en el consumo de concentrado afectan el consumo de alimentos, el crecimiento corporal y los costos de alimentación durante las primeras nueve semanas de vida de terneros Holando en un sistema de cría convencional.

6.2. Objetivos específicos

- Determinar la edad promedio a la que se suprime el acceso a la leche en los terneros que se deslechan en base al consumo de concentrado.
- Evaluar el crecimiento corporal durante las primeras 9 semanas de vida a través del peso vivo y la altura a la cadera.
- Determinar el consumo de leche y concentrado, la eficiencia de conversión y los costos de alimentación durante las primeras 9 semanas de vida.

7. MATERIALES Y METODOS

7.1. Diseño del experimento

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la UdelaR, Paysandú. Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por la Comisión de Experimentación y Uso Animal de la Facultad de Agronomía (Exp. Nº 020300-002974-19).

Se utilizaron 36 terneros Holando machos (n = 15) y hembras (n = 21), de 3 ± 3,0 días de vida), 38 ± 3,5 kg de PV inicial y 7,1 ± 0,93 mg/dl de proteínas séricas. Sólo se incluyeron aquellos terneros que tuvieron más de 5,2 mg de proteínas séricas totales/dl entre las 24-72 horas de vida. La concentración de proteínas séricas se determinó mediante un refractómetro clínico óptico (Atago Inc., Master-SUR/NM, USA) de acuerdo con la técnica descrita por (Calloway, Tyler, Tessman, Hostetler y Holle, 2002). Los animales fueron bloqueados por fecha de nacimiento, sexo y peso vivo (PV). Posteriormente, los terneros de cada bloque se asignaron al azar a uno de los tres tratamientos propuestos (n = 12).

Los terneros fueron criados individualmente en un sistema de estacas bajo techo, alimentados con concentrado de inicio (Terneros 1, Copagran) ofrecido *ad libitum*, durante todo el periodo experimental (63 días). Durante ese periodo, la oferta de leche entera pasteurizada fue de 5 l y fue suministrada en dos tomas diarias (8:00 y 18:00 hs.) en baldes individuales. La leche fue pasteurizada, distribuida y suministrada mediante un equipo semiautomático (MilkTaxi 3.0, Holm & Laue, Germany). En este período, la temperatura ambiente promedio fue de 17,0°C (Estación meteorológica EEMAC).



Figura 1. Tratamientos nutricionales. Desleche por edad (DPE), Desleche por consumo inicial (DCI) y Desleche por habilidad de consumo (DPH).

7.2. Composición de los alimentos

La composición química de los alimentos se reporta en la Tabla 1. Los cálculos para estimar el contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) del concentrado y el contenido de energía de ambos alimentos, se detallan en el pie de la Tabla 1.

El concentrado se muestreó semanalmente y al final del experimento se conformó una única muestra compuesta. Dicha muestra fue analizada por duplicado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria de la UdelaR para determinar el contenido de: materia seca (MS), cenizas totales, proteína cruda (PC; N x 6,25) y extracto etéreo, según las especificaciones de AOAC (1990). Además, se determinó el contenido de fibra detergente neutro (FDN; utilizando α -amilasa y sulfito de sodio) y fibra detergente ácido (FDA) según Van Soest, Robertson y Lewis (1991).

Dos veces por semana se tomaron muestras de leche ($n = 12$), en frascos herméticos a los que se les incluyó Bronopol como conservante y se congelaron a -18°C hasta su posterior análisis. Dichas muestras fueron remitas al Laboratorio de Calidad de Leche de INIA La Estanzuela, para determinar la concentración de: lípidos totales, proteína totales y lactosa (ISO 9622, IDF 141:2013).

Tabla 1. Composición química de los alimentos

Ítem	Leche ¹	Concentrado ²
MS ³ , %	12,3 $\pm$ 0,93	90,2
PB, % MS	27,1 $\pm$ 1,70	18,0
EE, % MS	28,7 $\pm$ 6,57	2,5
Lactosa, %MS	37,4 $\pm$ 1,37	-
FND, % MS	-	15,5
Cenizas, % MS	7,6	6,9
CNF ⁴ , % MS	-	51,5
EM ^{5,6} , Mcal/kg MS	5,3	3,2

¹ La composición de la leche es el promedio de 12 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 como: 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 como % MS) = $100 - (\text{FND \%} + \text{PB \%} + \text{EE \%} + \text{cenizas \%})$.

⁵ EM del sustituto (Mcal/kg MS) = $[(9,11 \times \text{EE \%}) + (5,86 \times \text{PB \%}) + (3,95 \times \text{Lactosa \%})] \times 0,93 / 100$.

⁶ EM del concentrado (Mcal/kg MS) = $(1,01 \times \text{ED} - 0,45) + [0,0046 \times (\text{EE\%} - 3)]$. La energía digestible (ED), expresada como Mcal/kg MS, se calculó en base a las ecuaciones propuestas por el NRC (2001), considerando el contenido de energía y la digestibilidad (*dig*) de las diferentes fracciones del alimento = $(\text{dig. CNF} \times 4,2) + (\text{dig. FND} \times 4,2) + (\text{dig. PB} \times 5,6) + (\text{dig. EE} \times 9,4)$.

7.3. Mediciones

Durante las 9 semanas del ensayo se registró diariamente el consumo individual de leche y concentrado, por diferencia entre las cantidades ofrecidas y rechazadas de cada alimento. Dichas cantidades fueron pesadas usando balanza digital (Ohaus V11P15, USA).

Semanalmente se registró el peso de los terneros mediante una balanza mecánica (Toledo, Greifensee, Suiza) y la altura a la cadera mediante un distanciómetro digital

(Ultrasonic Distance Meter, UDM01, Francia). Las ganancias diarias de PV y altura se calcularon para cada semana dividiendo la diferencia de dos mediciones consecutivas entre el intervalo de días entre dichas mediciones. La eficiencia de conversión fue calculada como los kg de PV logrados por cada kg de alimento consumido en base seca.

Los costos de alimentación totales y los costos de alimentación/kg de PV logrado, se calcularon según el consumo de alimentos y el precio de cada alimento en dólares. Para los cálculos se consideró 0,34 U\$/kg MS de concentrado y 0,31 U\$/ litro de leche.

7.4. Análisis estadístico

El consumo de alimentos, el PV, la altura a la cadera, las ganancias diarias de peso, las ganancias diarias de altura, la eficiencia de conversión y los costos semanales de alimentación fueron analizadas como medidas repetidas en el tiempo utilizando el PROC MIXED de SAS (University Edition, SAS Inst. Inc., Cary NC, USA). El modelo incluyó los efectos fijos del tratamiento, la semana de vida (1 a 9) y la interacción tratamiento por semana. El bloque fue incluido como efecto aleatorio y se empleó una estructura de covarianza de tipo AR (1), según el siguiente modelo:

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

Donde:

μ = media general

T_i = efecto fijo del tratamiento.

D_j = efecto fijo de la semana de vida.

$T_i \times D_j$ = efecto fijo de la interacción entre el tratamiento y la semana.

B_k = efecto aleatorio del bloque.

e_{ijk} = error residual.

La edad al desleche y los U\$/kg de PV ganado se analizó con el PROC MIXED de SAS e incluyó el efecto fijo del tratamiento, mientras que el bloque fue considerado como efecto aleatorio y se empleó una estructura de covarianza de tipo AR (1), en el siguiente modelo:

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

Donde:

μ = media general

T_i = efecto fijo del tratamiento.

B_j = efecto aleatorio del bloque.

e_{ijk} = error residual.

En todos los casos el ternero se consideró la unidad experimental y fueron declaradas diferencias significativas cuando $P < 0,05$ y tendencias cuando $0,05 < P \leq 0,10$. Las medias fueron comparadas con el test de Tukey cuando se detectó efecto ($P < 0,05$) del tratamiento. Salvo que se especifique otra cosa, se reporta la media de los

mínimos cuadrados de cada variable para cada tratamiento $\pm$ el error estándar de la media (EEM).

8. RESULTADOS

Los terneros deslechados en base a la edad (DPE) recibieron leche durante más días que los terneros deslechados en base al consumo de concentrado (DCI y DPH; Tabla 2). La edad promedio al desleche fue significativamente diferente entre tratamientos ($P < 0,01$). Los terneros del tratamiento DPH fueron deslechados 20 y 12 días antes que en el tratamiento DPE y DCI respectivamente, mientras que en el tratamiento DPE se deslecharon con la mayor edad promedio ($P < 0,01$; Tabla 2). Los terneros del tratamiento DPH aumentaron rápidamente el consumo y el aumento de 700 a 1000 g se produjo a las 48 hs de iniciado el desleche.

Tabla 2. Edad al desleche, consumo de alimento, crecimiento corporal y costos de alimentación de terneros Holando durante todo el periodo experimental según la estrategia de desleche.

Ítem	Tratamientos ¹			EEM	P-valor ²		
	DPE	DCI	DPH		T	S	T × S
Edad al desleche, días	56 ^a	48 ^b	36 ^c	2,07	< 0,01	-	-
Rango de edad al desleche, días	56	38-56	20-57	-	-	-	-
Consumo de alimentos							
Consumo de leche, l/d	4,2 ^a	3,5 ^b	2,6 ^c	0,11	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Consumo de concentrado, g MS/d	825 ^b	916 ^b	1089 ^a	57,2	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Consumo diario total, g MS/d	1337	1352	1421	52,1	0,186	< 0,01	< 0,01
Crecimiento corporal y eficiencia							
Peso vivo promedio, kg	59,7 ^a	58,5 ^{ab}	57,9 ^b	1,18	0,022	< 0,01	0,999
Peso vivo al desleche, kg	81,6 ^a	69,7 ^b	58,9 ^c	2,56	< 0,01	-	-
Peso vivo al día 63, kg	89,0	86,2	84,7	2,20	0,370	-	-
Ganancia de peso, g/d	822	776	781	41,3	0,620	< 0,01	0,859
Altura a la cadera, cm	86,3	86,2	86,0	0,49	0,683	< 0,01	0,818
Ganancia de altura a la cadera, cm/d	0,25	0,27	0,23	0,028	0,647	< 0,01	0,218
Eficiencia conversión, Kg MS/kg PV ganado	1,54	1,76	1,99	0,195	0,262	< 0,01	0,729
Costos de alimentación							
Costo de leche, U\$S/semana	9,2 ^a	7,2 ^b	5,9 ^c	0,27	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Costo de concentrado, U\$S/semana	2,3 ^c	2,6 ^b	3,0 ^a	0,17	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Costo de alimentación, U\$S/semana	11,4 ^a	10,3 ^b	8,9 ^c	0,22	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Costo de alimentación, U\$S/Kg PV ganado	2,43 ^a	2,35 ^a	1,89 ^b	0,147	0,019	< 0,01	< 0,01

a, b, c Indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

¹ DPE = desleche por edad; DCI = desleche por consumo inicial de concentrado (1 kg/d para iniciar el desleche); DPH = desleche por habilidad para aumentar el consumo de concentrado durante el desleche (700 g durante dos días para iniciar el desleche y 1000 g durante dos días para finalizarlo).

² T = efecto del tratamiento; S = efecto de la semana; T × S = interacción tratamiento por semana.

Se detectó efecto del tratamiento, la semana de medición e interacción tratamiento por semana en el consumo de leche y concentrado ($P < 0,01$; Tabla 2). El consumo de leche para el tratamiento DPE fue 17% mayor respecto a DCI y 38% mayor que DPH (Tabla 2). En las semanas 5, 6 y 8 los terneros del tratamiento DPE consumieron más leche que los demás tratamientos (Figura 2a). Por otra parte, el consumo de concentrado de los terneros del tratamiento DPH fue 24% y 16% mayor que en DPE y DCI respectivamente ($P < 0,05$). La eficiencia de conversión de alimentos no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2). El consumo de concentrado

fue mayor en el tratamiento DPH con respecto a los tratamientos DPE y DCI en las semanas 6 y 7 del experimento (Figura 2b).

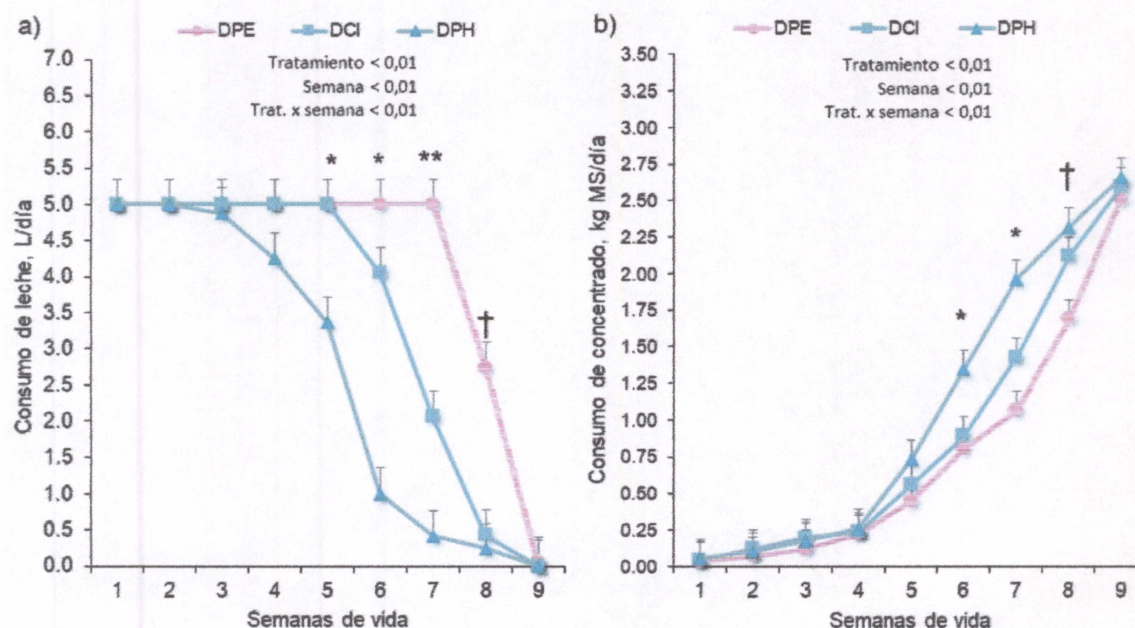


Figura 2. Consumo de leche (a) y concentrado (b) de los terneros deslechados por edad (DPE), por el consumo de concentrado (DCI) o por la habilidad para aumentar el consumo de concentrado durante el desleche (DPH). *Indica diferencias significativas entre DPH respecto a DPE y DCI. ** Indica diferencias significativas entre DPH, DPE y DCI. † Indica diferencias significativas entre DPE respecto DCI y DPH.

En cuanto a las ganancias diarias promedio de peso vivo, el tratamiento DPE es el que presentó valores numéricamente superiores, pero las mismas no fueron estadísticamente significativas. Para las variables de altura a la cadera y ganancia diaria de altura, no se observó interacción tratamiento por semana ni efecto del tratamiento. Sin embargo, se detectó efecto de la semana ($P < 0,01$) sobre las variables ganancia de peso, altura a la cadera y ganancia de altura (Tabla 2).

Los costos de alimentación semanales totales (leche más concentrado) fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos, siendo mayores en el tratamiento DPE, seguidos por DCI y DPH (Tabla 2). El principal costo fue la leche que representó el 81%, 70 % y 66% de los costos totales de alimentación en los tratamientos DPE, DCI y DPH respectivamente (Tabla 2). Cuando los costos de alimentación fueron expresados como U\$\$/ kg de PV ganados durante todo el experimento (Figura 3 b), los mismos fueron significativamente menores en DPH y no hubo diferencias significativas entre las otras dos estrategias de desleche.

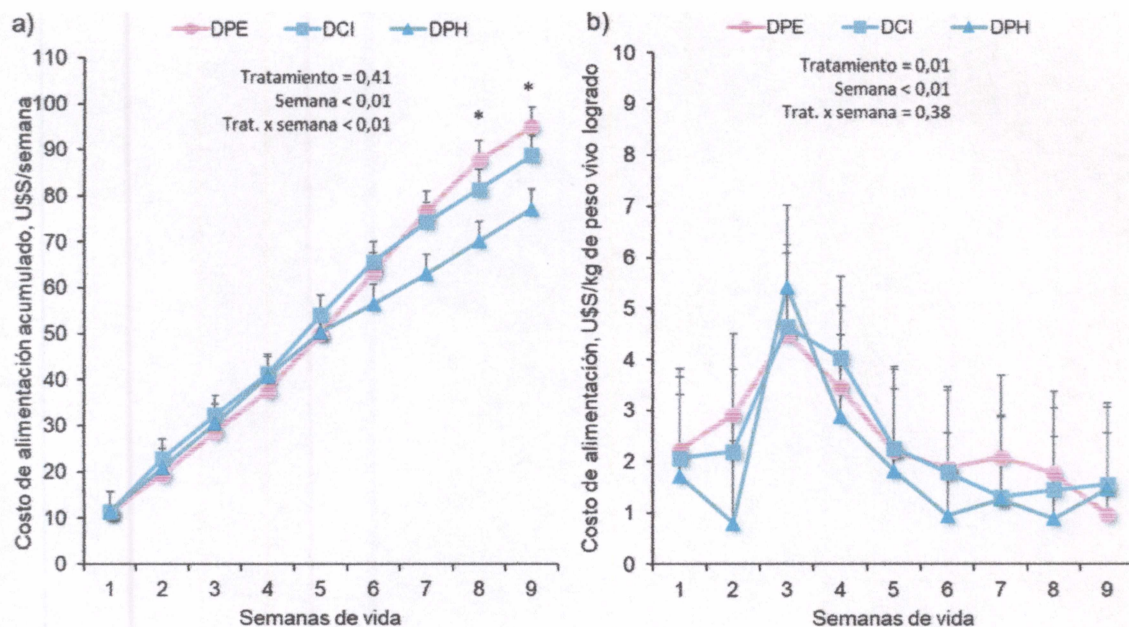


Figura 3. Costo de alimentación acumulado (a) y costo de alimentación por kg de peso vivo logrado (b) de terneros deslechados por edad (DPE), por el consumo de concentrado (DCI) o por la habilidad para aumentar el consumo de concentrado durante el desleche (DPH). * indica diferencias significativas entre el tratamiento DPE y DPH en las semanas señaladas ($P < 0,05$).

9. DISCUSIÓN

De acuerdo a lo planteado en la hipótesis, los terneros deslechados en base al consumo voluntario de concentrado (DCI y DPH) se deslecharon a menor edad que los terneros deslechados a edad fija (DPE). En este experimento, el desleche basado en el consumo de concentrado permitió la reducción temprana de la cantidad de leche ofrecida en comparación con los terneros deslechados por edad y esta reducción estimuló aún más el consumo de concentrado. Resultados similares a los obtenidos en este ensayo son reportados por Benetton, Neave, Costa, Von Keyserlingk y Weary (2019), quienes realizaron un ensayo experimental para evaluar diferentes estrategias de desleche utilizando dos grupos de terneros, uno deslechado por edad (70 días) y otro basado en el consumo de concentrado (1,300 kg/día). En dicho trabajo reportaron que el desleche de los terneros en base al consumo de concentrado se produjo a menor edad y con menor consumo total de leche, aun así, alcanzaron pesos similares que los terneros deslechados a edad fija. Varios trabajos sugieren que el consumo voluntario de concentrado está relacionado con la capacidad de digestión de los alimentos sólidos, por lo tanto, puede ser empleado como un indicador que reflejaría el desarrollo digestivo (Davis y Drackley, 2002).

Es interesante destacar el amplio rango de edades a las que se produjo el desleche de los terneros en los tratamientos basados en el consumo de concentrado. Estos datos son consistentes con trabajos previos que reportan importantes variaciones en las edades al desleche cuando se emplea el consumo voluntario de concentrado como criterio (Kertz et al., 1984; de Passillé y Rushen, 2012). Esto, podría suponer una dificultad para su implementación en sistemas lecheros comerciales en los que se alimenta un gran número de terneros en forma manual. Otros aspectos a destacar es el tiempo que duró el desleche en los terneros del tratamiento DPH. En este tratamiento, el tiempo durante el cual se reduciría el volumen de leche estaría dado por el aumento del consumo de concentrado de 700 a 1000 g/día y en este trabajo este aumento se produjo en 48 hs. No existe muchas referencias al respecto, pero en un trabajo donde se establecieron consumos iniciales de concentrado altos o bajos para iniciar el desleche (200 vs 400 g/día durante 3 días consecutivos) y consumos altos o bajos para finalizarlo (800 vs 1600 g/día), reportan que el tiempo de desleche fue de 8, 10, 14 y 21 días en los diferentes tratamientos y que hubo una muy importante variabilidad entre los terneros de un mismo tratamiento (de Passillé y Rushen, 2012). Sin embargo, en dicho trabajo se emplearon alimentadores automáticos y la oferta de leche fue de 12 L/día, por lo que resulta difícil realizar una comparación razonable entre dichos resultados y los obtenidos en esta tesis.

A pesar de las diferencias en las edades y en los pesos de los terneros al momento del desleche, no se detectaron diferencias en las ganancias diarias de peso promedio durante el periodo experimental, ni en el peso vivo al final del experimento. Esto podría sugerir que a pesar de la menor edad promedio de los terneros deslechados en base al consumo de concentrado, estos tuvieron un desarrollo digestivo suficiente para cubrir sus requerimientos nutricionales a partir del concentrado o que pudieron compensar la menor capacidad de digestión a través del aumento en el consumo de concentrado. En relación al primer punto, una recopilación de varios ensayos (Quigley, 2019) estableció que el principal factor que determina la capacidad de digestión de los alimentos sólidos es el consumo acumulado de carbohidratos no fibrosos (CNF) antes del desleche. El consumo de CNF será reportado y analizado en otra tesis de grado que forma parte de este proyecto (Bortagaray, Cardozo y Rotundo, com. pers.), pero

un análisis preliminar permite visualizar que el consumo acumulado de CNF hasta el desleche fue significativamente bajo en los terneros deslechados en base al consumo de concentrado (11,6 kg de CNF en DCI y 5,5 kg de CNF en DPH). Esto permite suponer que, a pesar del alto consumo de concentrado que estos terneros lograron al desleche, el desarrollo digestivo pudo ser insuficiente. Tal como fue mencionado anteriormente, los terneros adquieren el desarrollo ruminal a lo largo de semanas, siendo factores esenciales el consumo de concentrado y los días que permanecen en cada tratamiento hasta el inicio del desleche (Davis y Drackley, 2002; Quigley, 2019).

A pesar de las diferencias encontradas en el consumo de leche y concentrado, el consumo de MS total (sumatoria de MS de la leche y del concentrado) fue similar entre tratamientos. Es posible que el consumo de energía metabolizable y proteína bruta fuera mayor en los terneros del tratamiento DPE, debido a la mayor concentración de nutrientes y digestibilidad de la leche en comparación con el concentrado (5,3 vs. 3,2 Mcal de EM /kg MS respectivamente. Se sabe que la leche es digerida ampliamente por los terneros, sin embargo, la capacidad de digerir el concentrado se adquiere a lo largo de las semanas, por lo tanto, en este periodo el porcentaje de digestión es relativamente bajo (Davis y Drackley, 2002). En este trabajo no se reportan los consumos de nutrientes tales como energía y proteína, sin embargo, es posible que el consumo de dichos nutrientes fuera muy distinto entre tratamientos debido a las diferencias en la composición de los alimentos y a las diferencias en el consumo de los mismos. A pesar de ello, no se detectaron diferencias en el crecimiento corporal ni en la eficiencia de conversión entre tratamientos, lo que podría ser explicado por las diferencias en las mediciones de consumo (mediciones diarias), crecimiento y eficiencia (mediciones semanales).

Es importante puntualizar que el análisis de costos de alimentación realizado en este ensayo está sujeto a las variaciones de los precios de los insumos, los cuales pueden variar en el futuro pudiendo incidir en la toma de decisiones. En cuanto al análisis de costos de concentrado el valor en U\$/semana que presentó DPH fue mayor con respecto a los demás tratamientos. Pero al analizar los costos totales de alimentación (leche + concentrado) por semana fue inferior para DPH. En cambio, DPE fue el tratamiento que presentó menores costos en U\$/semana de concentrado, pero con un costo total de alimentación superior durante el periodo de cría, siendo esto desfavorable económicamente. Esto sucede porque si bien el consumo total de alimentos no difiere entre tratamientos como se ha mencionado anteriormente, la duración de la crianza para cada tratamiento sí, siendo DPE el más largo (56 días). Con los resultados obtenidos en este ensayo, se puede considerar que el desleche en base al consumo de concentrado tiene ventajas desde el punto de vista productivo, ya que los terneros de ambos tratamientos permanecen menor tiempo, el consumo de leche es inferior, disminuye el costo de alimentación durante la cría y no afecta en forma negativa el crecimiento corporal.

Este trabajo ha generado información sobre diferentes estrategias para el desleche de terneros en sistemas de crianza en los que suministra cantidades moderadas de leche. Los resultados pueden verse desde dos perspectivas. Por un lado, las estrategias de desleche en base al consumo de concentrado permiten anticipar la edad al desleche de los terneros sin reducir el crecimiento corporal ni afectar la eficiencia de conversión. De esta forma, permite reducir los costos de alimentación y disminuir la cantidad el 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, lo cual puede aumentar la complejidad de las tareas de los encargados de alimentar a los animales. Además, se observó un amplio rango de edades a las que los terneros llegaron a consumir las cantidades de concentrado establecidas en este experimento como criterio para iniciar y/o finalizar el desleche. Este último aspecto es de gran relevancia, porque puede generar dificultades en la implementación, debido a que se recomienda que los terneros no solo sean manejados en lotes homogéneos en tamaño, sino también en edad (Davis y Drackley, 2002). Además, es necesario profundizar en los posibles efectos que podría generar el desleche de terneros más jóvenes sobre el desarrollo digestivo a mediano y largo plazo.

10. CONCLUSIÓN

En sistemas de cría en los que se suministran cantidades moderadas de leche (cría convencional), el uso de diferentes estrategias de desleche no afecta el crecimiento corporal de los terneros durante las primeras nueve semanas de vida. Sin embargo, la estrategia de desleche basada en el consumo de concentrado permite reducir la edad al desleche y los costos de alimentación.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Alais, C. (2003). *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera* (4^a ed.). Buenos Aires: Reverté SA.
- Bacha, F. (1999). *Nutrición del ternero neonato*. En FEDNA (Ed.), XV Curso de Especialización. Avances en nutrición y alimentación animal (Vol. XV, Cap. 9, pp. 279-301).
- Benetton, J.B., Neave, H.W., Costa, J.H.C., Von Keyserlingk, M.A.G., y Weary, D. M. (2019). Automatic weaning based on individual solid feed intake: Effects on behavior and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5475-5491.
- Berra, G. (2005). Buenas prácticas en la crianza y recría de vaquillonas de tambo. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXIII, pp. 89-110).
- Bittar, C.M.M., Gallo, M.P., Silva, J.T., de Paula, M.R., Poczynek, M., y Mourão, G.B. (2020). Gradual weaning does not improve performance for calves with low starter intake at the beginning of the weaning process. *Journal of Dairy Science*, 103:4672-4680.
- Cajaville, C., Antúnez, G., y Repetto, J.L. (2020 julio). Nuevos conceptos y estrategias para la crianza de terneras. En *Entrenamiento en línea de rumiantes*. DSM Latinoamérica
- Calloway, C.D., Tyler, J.W., Tessman, R.K., Hostetler, D. y Holle, J. (2002). Comparison of refractometers and test endpoints in the measurement of serum protein concentration to assess passive transfer status in calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(11), 1605-1608.
- Castells, Ll., Bach, A., Araujo, G., Montoro, C., y Terré, M. (2012). Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 286-293.
- Davis, C.I., y Drackley, J.K. (2002). *Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- 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.
- de Passillé, A. M., & 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 Trinidad, S. (2014). *Alimentación diferencial durante la etapa de lactante en terneras Holstein: efecto inmediatos y residuales sobre el crecimiento, desarrollo corporal y pubertad* (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Dearmas, B., Facet, F., y Machi, M.V. (2016). *Niveles de alimentación de las terneras Holstein durante la cría y la recría temprana y sus efectos sobre el crecimiento y desarrollo corporal* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Gesteria, S. (2016). Concentrado e água para bezerros. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*. (81), 75-89.
- Greenwood, R.H., Morrill, J.L., y Titgemeyer, E. (1997). Using dry feed intake as a percentage of initial body weight as a weaning criterion. *Journal of Dairy Science*, 80(10), 2542-2546.
- Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Østerås, O. (2009). Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *Journal of dairy science*, 92(4), 1660-1669.
- Hill, T. M., Bateman II, H. G., Quigley III, J. D., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L., & Heinrichs, A. J. (2013). New information on the protein requirements and diet formulation for dairy calves and heifers since the Dairy NRC 2001. *The Professional Animal Scientist*, 29(3), 199-207.
- James, R.E. (2001). Growth standards and nutrient requirements for dairy heifers-weaning to calving. *Journal Advances in Dairy Technology*, 13, 63-77.
- 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.
- Klopp, R.N., Suarez-Mena, F.X., Dennis, T.S., Hill, T.M., Schlotterbeck, R.L., y Lascano, G.J. (2019). Effects of feeding different amounts of milk replacer on growth performance and nutrient digestibility in Holstein calves to 2 months of age using different weaning strategies. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11040-11050.
- Legger, J. (2011). *Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando principios de bien estar*. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/10-Crecimiento_Intensivo.pdf.
- Mendoza, A., Acosta, Y., Morales, T., Román, L., Pla Marcelo., y La Manna, A. (2014). Manejo de la recría en los tambos: aportes desde INIA. *Revista INIA*, (37), 32-35.
- Mendoza, A. (2007). El corral como alternativa para la recría del tambo, En *Curso a distancia sobre "engorde a corral"* (pp, 40-53), Montevideo: Facultad de Veterinaria, Universidad de la República.

- National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle* (7ª ed.). Washington: National Academy Press.
- Quigley, J. (1997a). *Nota acerca de Terneros #05 – Bacteria del rumen en terneros*. Recuperado de <https://www.calfnotes.com/pdf/CN005e.pdf>.
- Quigley, J. (1997b). *Nota acerca de Terneros #09 – ¿Cuándo está lista una becerria para ser destetada?* Recuperado de <https://www.calfnotes.com/pdf/CN009e.pdf>.
- Quigley, J. (1997c). *Nota acerca de Terneros #04 – Agua, agua, en todas partes*. Recuperado de <https://www.calfnotes.com/pdf/CN004e.pdf>.
- Quigley, J. (1997d). *Nota Acerca de Terneros #19 – ¿Acaso el heno desarrolla el rumen?* Recuperado de <https://www.calfnotes.com/pdf/CN019e.pdf>.
- Quigley, J. (1997e). *Notas Acerca de Terneros #16 - La tensión al destete*. Recuperado de: <https://www.calfnotes.com/pdf/CN016e.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.
- Repetto, J. L., Mendoza, A., Antúnez, G., y Cajarville, C. (2016). Nuevos paradigmas en la cría y recría de hembras lecheras. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XLIV, pp. 34-41).
- Rey, M., Enjalbert, F., y Monteils, V. (2012). Establishment of ruminal enzyme activities and fermentation capacity in dairy calves from birth through weaning. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1500–1512.
- Schild, C. (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.
- Terré, M., y Castells, L. (2016). Forragem para alimentação de bezerras. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*. (81), 91-107.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., y Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597 pp.
- Welboren, A. C., Leal, L. N., Steele, M. A., Khan, M. A. y Martín-Tereso, J. (2019). Performance of ad libitum fed dairy calves weaned using fixed and individual methods. *Animal*, 13(9), 1891-1898.