UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

USO DE ADITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA DURANTE EL PREPARTO: EFECTOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO, PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO Y PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE LAS CRÍAS DESDE EL DESTETE HASTA EL DESLECHE

por

Joaquín Alberto BILLI VICO
Bruno Nicolás DÁVILA CENA
Francisco Andrés SILVEIRA ARBURÚAS

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

MODALIDAD: Ensayo Experimental

MONTEVIDEO
URUGUAY
2024

PÁGINA DE APROBACIÓN (2)

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Germán Antúnez

Segundo miembro (Tutor):

Victoria Pons

Tercer miembro:

Aline Freitas de Melo

Cuarto miembro (cotutor):

Lourdes Adrien

Quinto miembro (cotutor):

Juan Pablo Damián

Fecha:

27/12/2024

Autores:

Joaquin Billi Vico

Bruno Dávila

Francisco Silveira Arburuas

AGRADECIMIENTOS (3)

A nuestra tutora Dra. Victoria Pons Romero por su gran colaboración y presencia durante todo el proceso, por dedicarnos su tiempo y motivarnos en esta última etapa.

A los cotutores el Dr. Juan Pablo Damián y la Dra. Lourdes Adrien por su colaboración en el experimento y la redacción de la tesis.

A todo el personal del tambo de la Estación Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) por la colaboración y por el buen trato recibido.

Al personal de la Biblioteca de Facultad de Veterinaria, por ayudarnos en la búsqueda de materiales y corrección de bibliografía.

A la Facultad de Veterinaria CENUR Litoral Norte por habernos brindado la oportunidad de crecer no solo en lo académico sino también en lo personal.

A nuestros amigos y compañeros que fuimos cosechando a lo largo de todos estos años transcurridos por acompañarnos y apoyarnos durante el proceso.

Un especial agradecimiento a nuestras familias por el apoyo incondicional, por habernos dado la oportunidad de formarnos académicamente y estar presente durante todos estos años. Este logro es tanto nuestro como de ustedes.

TABLA DE CONTENIDO (4)

Página de aprobación 2
Agradecimientos 3
Tabla de contenido 4
Lista de cuadros y figuras 6
Resumen 7
Summary 8
Introducción 9
Revisión bibliográfica 12
Sistemas de producción de leche en Uruguay 12
Período de transición en la vaca lechera 12
El parto y su importancia para la cría 14
Uso de Monensina en vacas lecheras 15
Extractos vegetales utilizados como aditivos 16
Factores que afectan el período de crianza del ternero 17
Alimentación durante la crianza 17
Variables meteorológicas que afectan a los terneros durante su crianza 20
Salud durante la crianza 21
Crecimiento del ternero desde el nacimiento hasta el desleche 22
Comportamiento de terneros durante la etapa de crianza 23
Factores estresantes en terneros 24
Transición desde una crianza individual a una colectiva 24
Descorne y castración 26
Hipótesis 29
Objetivo general 29
Objetivos específicos 29
Materiales y métodos 30
Diseño experimental 30
Procedimiento 30
Mediciones 32
Medidas fisiológicas 32
Evaluación de comportamiento 32
Muestras de sangre y determinaciones 33
Análisis estadístico 34
Resultados 35

Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva: concentración de proteínas totales....35
Desempeño durante toda la fase de cría....35
Comportamiento....35
Peso....37
Cambio de alojamiento individual a colectivo (agrupamiento)....38
Comportamiento....38
Medidas fisiológicas....40
Descorne y castración....40
Comportamiento....40
Medidas fisiológicas....42
Concentraciones de cortisol en suero....42
Discusión....44
Desempeño durante toda la fase de cría....44
Cambio de alojamiento individual a colectivo (agrupamiento)....45
Descorne y castración....47
Conclusión....49
Referencias bibliográficas....**Error! Bookmark not defined.**

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS (5)

Figura 1: Cría de los terneros durante el experimento, desde el nacimiento hasta el día 56. A: Terneros agrupados en corrales (6 terneros por corral), B: Terneros agrupados tomando leche durante la evaluación de comportamiento, C: Ternero en cría individual a estaca, D: Ternero consumiendo concentrado……..……... 31

Figura 2: Línea temporal de los trabajos realizados durante el experimento……..32

Cuadro 1: Comportamientos evaluados en los terneros……..……33

Cuadro 2: Frecuencia de comportamientos en terneros lecheros durante la fase de cría desde los 7 a 56 días de nacidos de los tratamientos control (CON), extractos vegetales (EV) y monensina (MON)……..35

Figura 3: Frecuencia de comportamientos de parado, echado y camina en terneros lecheros de acuerdo a su edad (días) durante la fase de cría. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre días (P<0,05), mientras que los asteriscos muestran tendencia entre días (P<0,10)……...36

Figura 4: Frecuencia de comportamientos de come y rumia en terneros lecheros de acuerdo a su edad (días) durante la fase de cría. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre días (P<0,05), mientras que los asteriscos muestran tendencia (P<0,10)……36

Figura 5: Frecuencia de comportamientos de lame objeto y lame otro en terneros lecheros de acuerdo a su edad (días) durante la fase de cría. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre días (P<0,05), mientras que los asteriscos muestran tendencia (P<0,10)……...37

Cuadro 3: Frecuencia de comportamientos en terneros lecheros durante el cambio de alojamiento individual a colectivo teniendo en cuenta el día 15 (agrupamiento), día 14 (pre agrupamiento) y día 16 (post agrupamiento) de los tratamientos control (CON), extractos vegetales (EV) y monensina (MON)……...38

Cuadro 4: Resultados de las medias de los comportamientos de acuerdo con el momento, el día previo al agrupamiento (Pre-Agrup), el día del agrupamiento (Agrup) y el día posterior al agrupamiento (Post-Agrup)……....39

Cuadro 5: Frecuencia de comportamientos en terneros lecheros durante el descorne y castración (d-1, d0, d1) de los tratamientos control (CON), extractos vegetales (EV) y monensina (MON)……..41

Cuadro 6: Resultados de las medias de los comportamientos al descorne y castración de acuerdo con el momento, el día previo al manejo (d-1), el día del descorne y castración (d0) y el día posterior al mismo (d1)……41

RESUMEN (6)

El objetivo de esta tesis fue determinar si el uso de extractos vegetales (transcinnamaldehídos, polifenoles, curcuminoides y piperina) o monensina como aditivo en la alimentación durante el preparto de vacas lecheras afecta el comportamiento, variables fisiológicas y crecimiento de las crías desde la separación de la madre hasta los dos meses de vida, momento en donde se realizaba el desleche de los mismos, cabe aclarar que esto no pertenecía a nuestro experimento. Este estudio fue realizado en la Plataforma Experimental de Lechería en la Estación Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, Paysandú, para el cual se contó con 54 terneros, donde las vacas (tanto primíparas como multíparas) fueron divididas aleatoriamente en tres tratamientos que comenzaron 30 días antes del parto y finalizaron el día del parto (grupo control dieta preparto sin monensina ni extractos vegetales; dieta con agregado de monensina; dieta con aditivos en base a extractos vegetales, 20 vacas por tratamiento), siendo loteadas por fecha probable de parto, peso y condición corporal. Los terneros luego de ser destetados (6 a 12 h posparto) de sus madres eran alojados en la guachera por fecha de nacimiento, conformando 9 lotes de 6 terneros por corral. Su alimentación consistió en mezcla de calostro y leche derivada del tambo y a partir de la semana de vida se le sumo concentrado iniciador. Se tomaron medidas fisiológicas como frecuencia respiratoria y cardiaca, temperatura superficial (narinas, base de la oreja y perianal) y rectal al ingreso a la guachera y luego en los tres momentos estudiados los cuales fueron, durante toda la fase de cría (7, 21, 42 y 56 días de edad), agrupamiento (d-1, d0, d1), descorne y castración (d-1, d0, d1). También en estos momentos descriptos se realizaba la evaluación del comportamiento (parado, echado, camina, come, rumia, bebe agua, Autolamido, etc.) y además se los pesaba. En el análisis estadístico se realizó un ANOVA para medidas repetidas mediante procedimientos lineales mixtos (Proc Glimmix de SAS Studio), teniendo como efectos fijos a la edad, paridad, tratamiento, momento*paridad, momento*tratamiento, tratamiento*paridad. Con base en los resultados obtenidos, se determinó que los tratamientos con monensina y extractos vegetales no presentaron efectos significativos sobre el comportamiento y las variables fisiológicas ya que al compararlos con el grupo control, no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Además, en la interacción momento*tratamiento, no se encontraron diferencias en ninguno de los tres momentos evaluados: la fase de cría, el agrupamiento y las prácticas de descorne y castración. Sin embargo, en las variables fisiológicas y comportamentales, se identificaron diferencias asociadas principalmente a los momentos de evaluación, siendo la edad o etapa el factor determinante en la mayoría de los casos. En la fase de cría los comportamientos de parado, camina, rumia, come, lame objeto y lame otro fueron aumentado a medida que pasaron los días, mientras que el comportamiento de echado fue disminuyendo. En el agrupamiento los comportamientos de parado, camina, come y lame otro aumentaron post agrupamiento, mientras que echado y rumia disminuyeron post agrupamiento. En el descorne y castración todos los comportamientos disminuyeron post cirugía menos el estar echado que aumento.
Observando los resultados obtenidos en nuestro trabajo lo que concluimos es que los extractos vegetales y la monensina utilizados como aditivos en las dietas de las vacas no influyeron en la conducta ni en los parámetros fisiológicos de los terneros.

SUMMARY (7)

The objective of this work was to determine if the use of plant extracts or monensin as a feed additive during prepartum of dairy cows affects the behavior, physiological variables and growth of the offspring from separation from the mother until two months of age. This study was carried out at the Experimental Dairy Platform at the Dr. Mario A. Cassinoni Station (EEMAC) of the Faculty of Agronomy, Paysandú, for which there were 54 calves, where the cows were randomly divided into three treatments that began 30 days before delivery (control group prepartum diet without monensin or plant extracts; diet with added monensin; diet with additives based on plant extracts). After being weaned from their mothers, the calves were housed in the guachera, forming 9 batches of 6 calves per pen. Their diet consisted of a mixture of colostrum and milk derived from the dairy farm and starting at one week of age, starter concentrate was added. Physiological measurements were taken upon entering the guachera and then at the three times studied which were, during the entire breeding phase (days 7, 21, 42, 56), grouping (d-1, d0, d1), dehorning and castration (d-1, d0, d1). Also, at these moments described, the behavioral evaluation was carried out. Based on the results obtained, it was determined that treatments with monensin and plant extracts did not present significant effects on the performance of the calves, since when compared with the control group, no statistically significant differences were observed. The absence of significant differences between groups in terms of development, physiological variables, and behaviors suggests that all treatments offer similar advantages. Furthermore, in the interaction between the moment*treatment fixed effects, no statistical differences were detected in any of the three moments evaluated: the breeding phase, grouping and dehorning and castration practices. However, in the physiological and behavioral variables, differences were identified mainly associated with the moments of evaluation, with age or stage being the determining factor in most cases. In the other fixed effects analyzed, differences were also observed, although of smaller magnitude compared to those related to the moments studied.

INTRODUCCIÓN (8)

El periodo seco en las vacas lecheras abarca desde el séptimo mes de gestación hasta el parto, secando a las vacas 2 meses previo a la fecha probable de parto. En este período existen cambios en la alimentación y manejo para preparar a las vacas para una nueva lactancia, este se divide en dos fases que se diferencian según los fenómenos metabólicos y fisiológicos que predominan en cada una. La primera etapa comprende las primeras cuatro semanas (Kuhn et al., 2005), donde la finalidad es reducir la producción láctea, limitando el uso de concentrados y utilizando una dieta más fibrosa (LeBlanc, 2010). La segunda etapa que comprende las cuatro semanas preparto es la más crítica, debido a que hay que lograr una adecuada adaptación del animal a la nueva dieta (Kuhn et al., 2005). La administración de concentrados en estas semanas les permite a los microorganismos ruminales adaptarse más rápidamente a las dietas de la lactancia. Esta suplementación preparto, además, previene los desórdenes metabólicos posparto asociados con el uso de alta cantidad de concentrados permitiéndole una mejor utilización de estos en la lactación temprana (Curtis et al., 1985).

En los sistemas de producción lechera, para mejorar la eficiencia alimenticia se administran antibióticos para prevenir enfermedades y trastornos metabólicos, así como la monensina (antibiótico ionóforo) se utiliza para mejorar la eficiencia de conversión del alimento y para reducir el riesgo a algunas enfermedades metabólicas (Bretschneider, 2009). La capacidad de la molécula para reducir selectivamente las bacterias Gram-positivas en el rumen, a favor de las bacterias Gram-negativas hace que mejore la eficiencia del metabolismo energético con varios beneficios para la salud y la producción animal (Duffield & Bagg, 2000). Este mecanismo de acción ha impulsado el uso de la Monensina como aditivo para la alimentación de las vacas y terneros lecheros (Meléndez et al., 2004). La Monensina es utilizada como coccidiostático y para reducir la incidencia de cetosis, de acidosis ruminal y meteorismo en bovinos adultos (Duffield et al., 1998). En los últimos años ha aumentado la preocupación pública por el uso rutinario de antibióticos en el ganado debido a la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos que pueden representar un riesgo para la salud humana. La relación entre el uso de antibióticos en animales y la resistencia a los antibióticos en seres humanos se ha estudiado en la literatura principalmente centrándose en las vías de transmisión y utilizando análisis moleculares (Ludden et al., 2019 & Peng et al., 2022). Existe evidencia de vías de transmisión de bacterias resistentes de animales a humanos, pero aún no se comprende completamente el alcance cuantitativo y ecológico del problema (Lazarus et al., 2015). El uso de antibióticos como promotores del crecimiento en animales fue prohibido en la Unión Europea, y en Uruguay el Decreto 98/011 prohíbe el uso de antibióticos en la alimentación tanto de ovinos como de bovinos, así como su fabricación y comercialización como promotor de crecimiento. A pesar de ello, no está prohibido el uso como zooterápico.

Los extractos de plantas pueden ser una alternativa en este sentido (Wallace, 2004), ya que muchas plantas producen metabolitos secundarios, como saponinas y taninos, que tienen propiedades antimicrobianas. De manera similar, la actividad antimicrobiana de los extractos vegetales y sus componentes activos ha llevado a evaluar el potencial de estos metabolitos secundarios para manipular la fermentación microbiana del rumen y mejorar la eficiencia de producción en los rumiantes, ya que

estos han demostrado tener gran actividad antimicrobiana contra una amplia variedad de microorganismos, incluidas las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas (Panizzi et al., 1993). Existen registros sobre efectos positivos de los extractos vegetales en lechones, aumentando la ganancia de peso de estos en un 10% y la conversión alimenticia en un 3% (Zeng et al., 2015). Otros estudios concluyen que tanto lechones suplementados con extractos vegetales como aquellos con antibióticos tienen una ganancia de peso, conversión alimenticia y consistencia fecal similar (Li et al., 2012). Sin embargo, en estos estudios los aceites esenciales fueron aplicados directamente en los lechones y no a través del calostro o leche de la madre, por lo que a las diferencias de los efectos de los aceites esenciales en diferentes especies (bovinos y suinos) se le suma una diferencia en la vía de absorción. Falta mayor investigación en rumiantes, pero los resultados en monogástricos resultan prometedores en el fin de sustituir el uso de antibióticos ionóforos.

El estado nutricional materno durante la preñez es importante para la programación del desarrollo y el desempeño de la descendencia (Reynolds & Caton, 2012). El suministro materno de nutrientes por debajo de los requerimientos está asociado a un menor crecimiento pre y post natal, alteración en la respuesta inmune, aumento del riesgo de morbilidad y mortalidad, no solo durante el periodo neonatal, sino a lo largo de la vida de las vacas (Cooke, 2019). El último tercio de preñez es un período donde hay un gran desarrollo del feto y las vacas sufren restricción nutricional, por lo tanto, las crías pueden sufrir mortalidad perinatal, tener menor crecimiento fetal, menor peso al nacer, menor crecimiento postnatal y mayor riesgo a enfermedades (Kroker & Cummins, 1979). Por el contrario, una elevada condición corporal (CC) en las vacas al final de la gestación puede repercutir negativamente tanto en el depósito de colágeno en el músculo esquelético, como de la adipogénesis intramuscular de sus crías (Duarte et al., 2014).

El bienestar de los animales (BA) se define como “el estado del individuo en relación con su capacidad para enfrentar o adaptarse a su entorno” (Broom, 1986), el cual puede ser vulnerado por estresores tanto físicos como psico-sociales (Earley et al., 2010; Ewing et al., 1999). El BA está relacionado con todos los mecanismos para afrontar los factores estresantes: involucran la fisiología y el metabolismo, el comportamiento y la respuesta patológica. Algunos signos de bienestar deficiente se manifiestan a través de mediciones fisiológicas, como el incremento del ritmo cardíaco, la actividad adrenal y la respuesta inmunológica reducida. Estos indicadores sugieren un nivel de bienestar inferior al de quienes no muestran estos cambios, pero la interpretación de estos resultados requiere precaución, ya que estas mediciones pueden verse alteradas por presencia de dolor, estrés y agentes ambientales. Algunos cambios fisiológicos (temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria) y la disminución de la función inmunológica pueden señalar un estado prepatológico (Moberg, 1985). La evaluación del bienestar también se apoya en medidas de comportamiento, ya que cuando el animal esta frente a un factor estresante, su respuesta al mismo proporciona información sobre su bienestar. Por ejemplo, un individuo incapaz de asumir una postura de descanso, a pesar de intentos repetidos, generará estrés, disminución del apetito, menor descanso, compromiso del sistema inmune y experimentará un menor bienestar en comparación con aquel que pueda descansar normalmente sin estar bajo la influencia de algún factor estresante que lo incomode (Knowles & Broom, 1990). Los terneros desde el nacimiento hasta los 60 días de edad emplean un 70% de su tiempo en decúbito cuando están en pequeños grupos, mientras que el tiempo restante lo utilizan para alimentarse, beber agua,

realizar conductas de juego, entre otras (Chua et al., 2002). Una temprana interacción entre terneros es importante para su desarrollo social (Jensen et al., 1998; Duve et al., 2012), ya que influye en la salud de estos, así como en su rendimiento (Chua et al., 2002). Cuando los animales están deprimidos tienden a disminuir el repertorio del comportamiento que suele tener un animal normal (Fraser, 1988), mientras que cuando los terneros juegan se considera signo de bienestar (Duve et al., 2012). La interacción social temprana desempeña un papel crucial en el desarrollo del comportamiento social del ternero (Jensen et al., 1998). Además, las interacciones sociales exhiben la capacidad de incidir en la salud y el rendimiento de estos (Chua et al., 2002).

Por esto es que nos planteamos el objetivo de evaluar si el uso de extractos vegetales o monensina como aditivo en la alimentación durante el preparto de vacas lecheras afecta el comportamiento, variables fisiológicas y crecimiento de las crías desde la separación de la madre hasta los dos meses de vida.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (9)

Sistemas de producción de leche en Uruguay

En los últimos 20 años, la producción lechera en Uruguay ha crecido consistentemente de 597 a 2083 millones de litros entre 1985 y 2016 (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca [MGAP], 2017), con una tasa de crecimiento media lineal del 3,2% anual. Durante el mismo período, la superficie asignada a la producción lechera disminuyó un 36%, mientras que el número de productores de leche disminuyó un 45% (MGAP, 2019). Actualmente, existen 2963 establecimientos lecheros, incluyendo queseros artesanales. De estos 2081 remiten a plantas industriales, siendo el 70% del total ocupando 643.079 ha, representando el 3,6 % del total de la superficie del país (MGAP, 2023). La media de la producción de leche por hectárea por año en nuestro país de acuerdo al proyecto de producción competitiva de Conaprole es de 8831 ± 266 litros de leche por hectárea (Fariña & Chilibroste, 2019).

Los sistemas productivos han sufrido un proceso de intensificación en la última década. Esta intensificación se dio a través de procesos simultáneos, por un lado, hubo una concentración de los sistemas (menor número de productores, pero con mayor cantidad de litros producidos), ya que la producción nacional aumento a una tasa del 5,3% entre 2002 y 2014 (Instituto Nacional de Leche [INALE], 2015). Por otro lado, la tasa de reducción en el número de explotaciones estuvo alrededor del 3% anual, derivando en menos sistemas de producción, pero de mayor escala. La estrategia de intensificación de la producción de leche en Uruguay se ha basado en un incremento significativo en el uso de concentrados y reservas de forraje (MGAP, 2009), mientras que la cosecha directa de forraje por parte de los animales ha permanecido sin cambios significativos (Chilibroste et al., 2012).

En un análisis reciente sobre la competitividad de los sistemas lecheros de diferentes países, se reportó que Uruguay logró el costo de producción más bajo en relación con los otros países de diferentes continentes relevados, lo cual se debió principalmente a la cosecha directa de forraje (Fariña & Chilibroste, 2019). Sin embargo, los indicadores de productividad de la tierra, de la mano de obra y de la eficiencia en el uso de los alimentos están bastante por debajo de los países competidores. Parte de las ineficiencias en Uruguay se deben a deficiencias en el manejo de la nutrición (se cosecha muy por debajo del potencial de producción de forraje) (Fariña & Chilibroste, 2019), de la salud animal y de la reproducción de los rodeos (Méndez et al., 2020).

Período de transición en la vaca lechera

El ciclo de producción de leche de una vaca lechera se describe como un proceso anual que comprende un período de lactancia de 305 días seguido de un período seco de 60 días (Schmidt et al., 1984). La curva de producción de leche exhibe dos fases distintivas, una fase inicial, que se inicia con el parto y se caracteriza por un aumento progresivo en la producción diaria de leche hasta alcanzar un máximo (conocido como pico de producción láctea), seguida de una fase posterior en la cual se observa un descenso gradual y relativamente constante en la producción diaria. La lactancia, a su vez, se divide tradicionalmente en tercios, el primero que abarca los primeros tres meses a partir del parto, es donde la vaca alcanza el pico de lactación entre la quinta a la décima semana posparto (Keown et al. 1986; Wood 1967). El momento y la duración del pico de lactancia varía según la raza, la alimentación y el potencial individual. En el primer tercio se da la mayor pérdida de la condición corporal,

debido que las vacas mantienen la producción mayoritariamente en base a sus reservas corporales, lo ideal sería que no descienda más de 2,75 puntos de score corporal (score ideal al parto 3,5). Además de que, en este tercio las vacas sufren una gran movilización de sus reservas corporales y van aumentando el consumo, también deben recuperarse metabólicamente para lograr entrar en celo y mantener una preñez. En el segundo tercio, se da el pico de ingestión de materia seca y la CC comienza a aumentar (score ideal 3). En este momento comienza a descender la producción de leche, este descenso variará según los recursos que se le brinden al animal, como la alimentación, confort y sanidad. Por último, el tercer tercio abarca alrededor de dos meses y medio, es cuando la lactancia va llegando a su fin, como también desciende el consumo de materia seca, tomando un papel más importante la edad de gestación. La CC tendría que estar entre 2,75 y 3,25 al momento del parto. Cabe aclarar que se ha basado en una lactancia ideal de 305 días, pero se sabe que en la práctica los tiempos pueden ser mayores y que nunca o rara vez se da una lactancia de 305 días. El periodo seco, debería ser de 60 días desde el día de secado hasta el parto. De acuerdo a los fenómenos fisiológicos y metabólicos que predominan en cada etapa de este período, tenemos un período de vaca seca que corresponde a los primeros 40 días y luego el período de transición o seco preparto que corresponde a los últimos 21 días previos al parto (Kuhn et al., 2005). Las vacas lecheras durante el período de transición, definido como las tres últimas semanas preparto y las tres primeras semanas posparto atraviesan por ajustes metabólicos y endocrinos (Mann et al., 2015; Sundrum, 2015). En general, estas adaptaciones tanto metabólicas como endocrinas son un reflejo de los cambios fisiológicos que ocurren para facilitar el proceso del parto (Bruckmaier & Gross, 2017). La necesidad de una transición exitosa durante el preparto ha cobrado relevancia, ya que de esto depende por ejemplo el correcto desarrollo de la unidad feto-placenta (Goff, 2006), que se pueda mantener una apropiada CC (Mulligan & Doherty, 2008), que la glándula mamaria se prepare correctamente para la próxima lactancia (Bruckmaier & Gross, 2017) y optimizar la producción de leche (Prado et al., 2019).

El manejo de la vaca en transición tiene efectos inmediatos y residuales en el resto de la lactancia, siendo los animales de mayor nivel de producción los más sensibles a los desbalances nutricionales, por lo que las vacas más productivas son las que presentan las mayores complicaciones (Conti et al., 2004). La condición corporal es indispensable para evaluar el manejo nutricional de los animales. Se considera en una escala de 5 puntos, el punto 3,5 como el óptimo para culminar la lactancia e iniciar una nueva. Por medio de la observación se evalúa el estado corporal durante todo el ciclo reproductivo, especialmente al parto, en el examen puerperal o pre-servicio, en la preñez y al secado (Gallardo, 2000).

La segunda etapa del periodo seco o la primera del periodo de transición comprende las tres semanas antes del parto (Kuhn et al., 2005). En esta etapa se incorporan a la dieta cantidades importantes de concentrados, ya que en la primera parte del periodo seco se deja de aportar estos para disminuir la producción de leche, siendo una dieta en base a fibra. El periodo postparto es en el que se exige a la vaca una alta capacidad de adaptación a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas, por lo que es necesario acompañar a la vaca durante toda la transición con adecuadas pautas de manejo, de lo contrario, se incrementa la aparición de enfermedades.

Desde el parto hasta el final del balance energético negativo (BEN) la pérdida de condición corporal suele oscilar entre 0,5 y 1 punto, en una escala de cinco puntos

(Tamminga et al., 1997). Se han observado cambios en la condición corporal de vacas en preparto y posparto temprano junto a una elevación marcada de ácidos grasos no esterificados (AGNE), dándose más en vacas de mayor CC que en las de pobre CC (Adrien et al., 2012; Meikle et al., 2004), seguido del aumento del betahidroxibutirato (BHB), esto debido al déficit energético. La pérdida de CC es mayor en vacas primíparas que en multíparas, al igual que la dificultad en recuperarse del BEN, y también tienen peores perfiles endocrinos y metabólicos en comparación, así como peores índices reproductivos (Adrien et al., 2012; Meikle et al., 2023).

El parto y su importancia para la cría

Alrededor del parto se dan una serie de cambios hormonales que lo desencadenan y permiten que este se desarrolle adecuadamente. Aproximadamente 30 días antes del parto, la secreción de cortisol fetal estimula la producción de estrógeno (E2) por parte de la placenta, tomando como precursora a la progesterona (P4) (Stabenfeldt & Edquist, 1984). Las concentraciones de prostaglandina (PGF2alfa) que comienzan a aumentar a las 24 a 36 horas antes del parto, alcanzan su pico durante este, causando la luteólisis e inhibiendo aún más a la P4. El cortisol de la vaca aumenta notablemente en los tres días antes del parto. A un día del parto las concentraciones de prolactina aumentan, llevando a un marcado aumento en la síntesis de calostro (Goff et al., 1989). Los péptidos opioides tienen la función de disminuir la percepción de dolor al parto en la vaca. En el último mes de gestación hay un aumento de betaendorfina en sangre que disminuye a los dos días posparto, y las concentraciones de met-encefalina aumentan en el parto, además, como potentes receptores agonistas opioides están las endorfinas y encefalinas (Dobrinski et al., 1991).

Cuando las vacas tienen partos distócicos los terneros tienen menor vigor en comparación con los nacidos por partos eutócicos, demorando más tiempo en intentar y lograr pararse, caminar y alcanzar la ubre de sus madres, lo cual puede llevar a un calostrado natural insuficiente. Por otro lado, no hay mayores diferencias en el comportamiento, actitud y atención de las madres a sus terneros independientemente de si su parto fue distócico o no (Barrier et al., 2012), aunque hay estudios que sugieren que el dolor, agotamiento e intervención humana pueden afectar negativamente la interacción de las madres con sus crías (Alexander et al., 1988). Los partos distócicos conducen a un estado de hipoxia y consecuente acidosis sanguínea (Davis & Drackley, 1998), llevando, como ya se mencionó anteriormente, a debilidad, dificultad para pararse y mamar, lo que concluye en una insuficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva (Besser et al., 1990). Esto deja al ternero nacido de parto distócico en clara desventaja frente a los diversos desafíos que los terneros recién nacidos enfrentan en las primeras semanas, por ejemplo, las enfermedades infecciosas neonatales de naturaleza diarreica o respiratoria, de las cuales algunas pueden tener consecuencias mortales. Además, aquellos terneros con un pobre amamantamiento e inadecuada ingestión de calostro tienen alteraciones en la termorregulación corporal, con menor tolerancia al frío e inclemencias climáticas (Carstens, 1994). También existen los factores de riesgo a nivel ambiental, un parto en ambientes contaminados y húmedos tienen mayores riesgos de contribuir a que los terneros enfermen en las primeras horas o días de nacidos a que si fueran ambientes y suelos limpios, secos y cálidos (Arancibia Berríos, 2009).

A nivel productivo las vacas multíparas producen más leche que las primíparas y a nivel fisiológico las vacas primíparas tienen mayores niveles de glucosa circulando en sangre que las multíparas. A pesar de esto, no se han observado diferencias al

comparar la salud de los terneros de unas y de otras. Lo que si tiene mayor influencia en la salud del ternero es que si su madre es propensa a tener un pronunciado BEN por ser de alta producción, ese ternero tiene más posibilidades de sufrir enfermedades, esto debido a las enfermedades del periodo de transición que puede sufrir la vaca. Otra diferencia es la correlación negativa de los niveles de BHB existente entre las vacas y sus respectivos terneros, aunque cabe destacar de que la diferencia de BHB entre vacas primíparas y multíparas es insignificante en términos estadísticos (Urbutis et al., 2023).

Uso de Monensina en vacas lecheras

Una forma de contrarrestar el BEN, además de los manejos que se realizan, es utilizando ionóforos, los cuales intervienen en la composición microbiana del rumen (Bergen & Bates, 1984). Desde la década de 1970, compuestos como lasalocid y monensina, ambos poliésteres carboxílicos, han sido empleados como aditivos en la alimentación del ganado bovino con el propósito de incrementar la eficiencia alimentaria (Jerez et al., 2014). La monensina que es obtenida de una cepa natural de *Streptomyces cinnamonensis*, es la variante más empleada (Duffield et al., 2008).

No obstante, debido a la implementación del Reglamento 1831/2003 del 22 de septiembre de 2003 de la Unión Europea sobre aditivos en la alimentación animal (http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1831/oj), la monensina fue prohibida como aditivo promotor del crecimiento en raciones a partir del 1 de enero de 2006. En la actualidad, la monensina se clasifica como sustancia antibiótica, y su uso está autorizado por la Comisión Europea para su aplicación en vacas, según lo establecido en el Reglamento 37/2010 sobre sustancias farmacológicamente activas y su clasificación en cuanto a los límites máximos de residuos en productos alimenticios de origen animal. Debido a sus características fisicoquímicas, la monensina no se detecta en la leche cruda cuando se utiliza a dosis recomendada, con un límite de detección de 5 ng/mL (Jerez et al., 2014). En marzo del 2011, mediante el artículo 1° del decreto n° 98/011 se prohíbe en Uruguay el uso de antibiótico en el alimento de bovinos y ovinos con la finalidad de promover el crecimiento. Sin embargo, cuando administramos la monensina en el periodo de transición, es benéfica al modificar la población microbiana del rumen, generando precursores neoglucogénicos y mejorando la disponibilidad de glucosa. Esto ayuda a mantener un balance energético adecuado, reduciendo la movilización de reservas tisulares y disminuyendo el riesgo de trastornos metabólicos. Además, se ha observado una disminución en ciertos biomarcadores sanguíneos, indicando una mejora en la salud metabólica y hepática, así como beneficios potenciales para la función inmune y la excreción de metano. En resumen, la monensina mejora el rendimiento de las vacas lecheras al mitigar los desafíos metabólicos asociados con el período de transición (Alcázar et al., 2018).

La monensina detiene selectivamente el crecimiento bacteriano al alterar la transferencia de iones a través de la membrana celular, siendo las bacterias Gram-positivas más susceptibles que las Gram-negativas. De manera consecuente, genera una reducción de la microflora que produce acetato y butirato, al mismo tiempo que aumenta la microflora generadora de propionato, un precursor gluconeogénico. Este cambio conlleva a un aumento en la gluconeogénesis hepática. De este modo, se considera que el principal beneficio de la suplementación con monensina radica en el incremento del suministro de glucosa (Mullins et al., 2012). En efecto, en vacas que han recibido tratamiento con monensina, se ha notado un aumento en la eficiencia del propionato para generar glucosa, acompañado de una reducción en la oxidación de

glucosa en los tejidos corporales (Markantonatos & Varga, 2017). Este impacto adquiere relevancia en las vacas lecheras durante el período de transición, dado que experimentan un aumento en la demanda de glucosa y una disminución de su disponibilidad (Petersson-Wolfe et al., 2007). Por otro lado, algunas investigaciones han indicado que los efectos positivos de la monensina pueden no estar necesariamente vinculados a las alteraciones en la gluconeogénesis (Mullins et al., 2012). También se ha observado que la monensina no afectaba la producción de propionato en el rumen al medir su cinética durante el periodo del periparto (Markantonatos et al., 2009).

Se ha atribuido a la monensina otros efectos, como la reducción en la digestión de proteínas en el rumen, con el consecuente aumento de la disponibilidad de proteína alimentaria en el intestino delgado (McGuffey et al., 2001). Sin embargo, se ha sugerido que la magnitud de estos efectos podría estar condicionada por el tipo de dieta, por ejemplo, en el caso que tenga una dieta alta en proteína puede diluir los efectos de la monensina (Tedeschi et al., 2003). Se ha notado que la monensina puede afectar los niveles séricos de urea, generando un aumento (Duffield et al.,1998) y también se cree que esto se relaciona con su capacidad para incrementar la absorción de aminoácidos en el intestino, facilitando su metabolismo hepático (Plaizier et al., 2000). Otra hipótesis sugiere que la monensina podría tener efectos positivos en la funcionalidad hepática, mejorando la capacidad del hígado para la producción de urea (Petersson-Wolfe et al., 2007).

Varios estudios han señalado impactos positivos del tratamiento con monensina en metabolitos sanguíneos, así como en parámetros productivos y reproductivos de vacas durante el periodo de transición. No obstante, los resultados entre estudios pueden variar, influyendo factores como la forma o el momento de administración. La monensina puede administrarse como premezcla directamente en el alimento o como cápsula intrarruminal de liberación continua, aplicada 3-4 semanas antes del parto. Algunos sugieren que la premezcla la cual se caracteriza por que todos los ingredientes de la ración están mezclados previo del ofrecimiento al animal incluido en este caso la monensina, podría no ofrecer los mismos beneficios que la cápsula debido a fluctuaciones en la cantidad de principio activo en el rumen durante la disminución del consumo alrededor del parto (Petersson-Wolfe et al., 2007). Investigadores señalan que el uso de monensina en forma de premezcla disminuye las concentraciones séricas de BHB y AGNES (Thomas et al.,1993); y mejora la disponibilidad de glucosa (Arieli et al., 2001). Las discordancias entre resultados pueden atribuirse a la heterogeneidad de las condiciones en los estudios, siendo factores como la dieta, el manejo y la genética elementos influyentes. La variabilidad en estos aspectos puede contribuir a interpretaciones divergentes sobre los efectos de la monensina administrada durante el preparto.

Extractos vegetales utilizados como aditivos

El término "aceites esenciales" engloba una diversa gama de compuestos obtenidos de vegetales mediante el método de destilación al vapor, empleando agua o alcohol acuoso, ocasionalmente combinando múltiples destilados (Greathead, 2003). No obstante, se han empleado técnicas de extracción alternativas en escalas reducidas, tales como la extracción con solventes o la extracción a presión mediante dióxido de carbono líquido (Packiyasothy & Kyle, 2002). Sin embargo, la denominación "aceite esencial" resulta engañosa, puesto que estos compuestos no son, como sugiere su nombre, fundamentales para la nutrición o el metabolismo, ni constituyen aceites en

el sentido convencional de ser lípidos derivados de glicerol. Más bien, son sustancias volátiles, aromáticas y con aspecto oleoso, obtenidas de las plantas (Burt, 2004). Por ello, también se les ha designado como aceites volátiles o etéreos (Guenther, 1948).

Desde el punto de vista estructural, los extractos vegetales pueden categorizarse como alcoholes, ésteres o aldehídos que derivan tanto de fenilpropanoides como de terpenoides (Greathead, 2003). Entre los extractos vegetales terpenoides, los monoterpenos son particularmente prevalentes (Dudareva et al., 2004). Los extractos vegetales se distribuyen por toda la planta, abarcando las raíces, la corteza, las flores, los pétalos, las hojas, los frutos y los tallos (Hirasa & Takemasa, 1998). Las concentraciones de extractos vegetales en las plantas fluctúan según la etapa de crecimiento y la salud de estas últimas (Dudareva et al., 2004). Además, estos niveles están influenciados por factores ambientales como la luz, la temperatura y el estrés hídrico (Gershenzon et al., 2000; Staudt & Bertin, 1998).

Los extractos vegetales poseen propiedades antimicrobianas y fungicidas (Cowan, 1999; Kalemba & Kunicka, 2003). Se han sugerido varios posibles modos de acción de los extractos vegetales contra las células bacterianas. Se cree que, debido a la naturaleza hidrofóbica de los extractos vegetales y su afinidad por los lípidos, pueden alterar la membrana citoplasmática, ya sea directamente o dañando las proteínas de la membrana, lo que provoca un aumento de la permeabilidad de la membrana y la fuga de constituyentes citoplasmáticos, lo que a su vez resulta en el agotamiento de la fuerza motriz del protón. Los extractos vegetales también pueden causar coagulación citoplasmática y eventualmente conducir a la lisis celular (Burt, 2004). Se ha planteado que las bacterias Gram-negativas tienden a mostrar una mayor resistencia a los extractos vegetales en comparación con las bacterias Gram-positivas (Chao et al., 2000).

No se han encontrado trabajos que evalúen el efecto de la alimentación con aditivos vegetales en las madres y sus efectos sobre los terneros a lo largo de la cría.

Factores que afectan el período de crianza del ternero

Los diversos elementos que afectan la crianza artificial de terneros incluyen factores como el calostrado, la alimentación, las características individuales de los terneros, el entorno, las prácticas de manejo, la atención sanitaria, y el personal encargado (Carreras, 2012). Comenzando con el calostrado, el aspecto determinante más crucial para la salud y supervivencia del ternero radica en el consumo temprano y adecuado de un calostro de alta calidad (Davis & Drackley, 2001). Este proceso es esencial para lograr una transferencia pasiva de inmunidad, ya que el calostro, la primera secreción mamaria después del parto, contiene cantidades significativas de inmunoglobulinas transferidas desde el torrente sanguíneo de la madre (Larson et al., 1980; Sasaki et al., 1977).

Alimentación durante la crianza

Al nacer, el sistema inmunológico de los terneros es inmaduro, incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas (Igs) para combatir infecciones (Sasaki et al., 1977). La estructura de la placenta bovina también impide la transferencia de Igs séricas de la madre al feto antes del parto (Nocek et al., 1984). Por lo tanto, es esencial asegurar que los terneros tomen calostro en cantidad suficiente y de alta calidad para mitigar las pérdidas debidas a enfermedades neonatales. Shearer et al. (1992) concluyeron que del 10 al 40% de los terneros no alcanzan las concentraciones adecuadas de Ig

en suero cuando se alimentan con calostro de baja calidad. Franklin et al. (2003) sugieren administrar al menos 2,8 litros de calostro mediante mamadera o sonda esofágica inmediatamente después del nacimiento, y una segunda toma igual entre las 8 y 12 horas de vida, si no se conoce la calidad del calostro. Se recomienda alimentar con 4 litros de calostro que contenga más de 50g/L de IgG y menos de 100,000 ufc/ml de bacterias dentro de las primeras 6 a 8 horas de vida.

Para evaluar la calidad del calostro, se puede utilizar un calostrómetro, aunque no brinda una medida precisa, permite estimar la calidad antes de la administración. El calostrómetro clasifica el calostro como pobre (rojo) para concentraciones menores a 22 mg/mL, moderado (amarillo) para concentraciones entre 22 y 50 mg/mL, y excelente (verde) para concentraciones mayores a 50 mg/mL (Fleenor & Stott, 1980; Shearer et al., 1992). La lectura debe hacerse a temperatura ambiente (20-25°C) debido a su dependencia de la temperatura del calostro.

Administrar el calostro en las primeras horas de vida es crucial, ya que durante las primeras 6 horas después del parto se produce la máxima absorción de Igs esenciales para formar la inmunidad del animal y protegerlo de enfermedades neonatales, como la neumonía y la diarrea (Robinson & Young, 1988). La capacidad de absorber moléculas grandes, como Ig, a través del intestino delgado de los terneros se limita a las primeras 24 horas de vida (Larson et al., 1980; Stott & Menefee, 1978). Por lo tanto, garantizar el consumo temprano y adecuado de un calostro de alta calidad es el factor de manejo más crucial para determinar la salud y supervivencia de los terneros. En el calostro bovino, la mayoría de las Ig pertenecen a la clase G (Muller & Ellinger, 1981), las IgG, IgA e IgM representan aproximadamente el 85%, 5% y 7% del total de Ig en el calostro, respectivamente (Larson et al., 1980; Sasaki et al., 1977). La predominancia de IgG hace que la medición de la concentración total de IgG en el suero sanguíneo sea un indicador adecuado de la transferencia de inmunidad pasiva, y se ha demostrado que la concentración de IgG en la sangre de los terneros está directamente relacionada con su supervivencia y salud (Besser et al., 1985).

La concentración de inmunoglobulinas en el calostro al momento del parto varía considerablemente entre vacas ya que varios factores la afectan (Petrie, 1984; Stott et al., 1981). El volumen de calostro producido en el primer ordeño influye, ya que grandes volúmenes diluyen las IgG acumuladas en la glándula mamaria (Pritchett et al., 1991). Por lo tanto, la concentración de Ig es más alta en el calostro del primer ordeño después del parto y disminuye en los siguientes. Las pérdidas de calostro por goteo, principalmente durante los últimos días de gestación o antes del parto, también afectan las concentraciones de Ig. El calostro de vaquillonas (animales de primer parto) generalmente tiene una concentración menor de Ig que el de vacas con más lactancias, debido a la menor exposición a antígenos y un posible subdesarrollo del mecanismo de transporte de IgG hacia la glándula mamaria (Devery & Larson, 1983). Estudios indican que la concentración de Ig en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancias hasta estabilizarse alrededor de la cuarta lactancia (Oyeniyi & Hunter, 1978). Además, para la producción de calostro, la duración del periodo seco es crítica, ya que un periodo inferior a tres semanas no permite la acumulación adecuada de Igs en la glándula mamaria (Nousiainen et al., 1994).

Existen diferentes métodos para suministrar calostro a los terneros. El calostrado al pie de la madre, dejando a la cría con la madre durante las primeras 24 horas (Brignole, 1980). Otro método es el calostrado artificial con mamadera, que al igual que en el método anterior, depende de la voluntad del animal para ingerir calostro. Por

último, se puede calostrar con sonda bucoesofágica que garantiza una eficiente transferencia de inmunidad pasiva (Wattiaux, 2003).

El calostro, siendo la primera fuente de nutrientes para los terneros después del nacimiento, contiene casi el doble de sólidos totales presentes en la leche, con mayores concentraciones de proteínas y grasas, aunque menor cantidad de lactosa. Además, ofrece mayores cantidades de vitaminas y minerales. Es importante destacar que la concentración de proteínas y péptidos disminuye rápidamente tras el inicio de la lactancia, al igual que la concentración de Igs en los ordeños subsecuentes (Oyeniyi & Hunter, 1978). Factores como la habilidad de los terneros para absorber inmunoglobulinas afectan la transferencia de inmunidad pasiva. Problemas en la absorción, resultan en baja concentración de Ig en el suero y aumentan la incidencia de enfermedades y muerte (Nocek et al., 1984; Robinson & Young, 1988). Para garantizar niveles adecuados de Ig en el suero, los terneros deben recibir un volumen de calostro que proporcione una cantidad suficiente de inmunoglobulinas (Fleenor & Stott, 1980). De acuerdo con Nousiainen et al. (1994), una adecuada inmunidad requiere que la concentración de IgG en el suero sea al menos de 10 mg/ml (1000 mg/dl o 10 g/l). Hay dos métodos para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva: uno directo y otro indirecto. Entre los métodos indirectos se incluyen pruebas de cuantificación de proteínas séricas totales mediante refractometría, prueba de turbidez de sulfito de sodio, prueba de turbidez de sulfato de zinc y gelificación de glutaraldehído. Por otro lado, entre los métodos directos se encuentran la inmunodifusión radial y ELISA, considerados los únicos tests que miden directamente las concentraciones séricas de IgG (Weaver et al., 2000). El refractómetro clínico es un método ampliamente utilizado para estimar el grado de transferencia de inmunidad pasiva en terneros; aquellos con concentraciones de proteínas séricas totales >5,5 g/dl han tenido una transferencia exitosa de inmunidad pasiva, los que presentan entre 5,0 y 5,4 g/dl tienen una transferencia medianamente exitosa, y los que tienen <5,0 g/dl muestran una transferencia incompleta de inmunidad pasiva, aunque se destaca que esta relación no es absoluta (Quigley, 1999).

Respecto a la nutrición del ternero debe ser tanto líquida como sólida, comenzando con la dieta líquida para los más jóvenes a fin de reducir la posible contaminación por agentes patógenos en utensilios y vestimenta (Vissani & Ferreira, 2011). Factores como la cantidad, frecuencia, temperatura y forma de administración de la dieta líquida, así como la elección del tipo de alimento, influyen en el crecimiento y la salud del ternero (Davis & Drackley, 2001). En sistemas tradicionales, se recomienda suministrar una cantidad constante de leche equivalente al 10% del peso vivo, por ejemplo, 4 litros en dos tomas para terneros con un peso vivo de 40 kg (Andreo, 2008). La temperatura óptima de administración se sitúa entre 38 y 39°C, similar a la temperatura corporal (Osacar et al., 2010; Rafaelli, 2016; Wattiaux, 1997), y temperaturas menores (25-30°C) son aceptables para terneros más grandes después de las primeras semanas de vida (Wattiaux, 1997). La administración en dos tomas diarias y el mantenimiento de horarios son esenciales, además de asegurar acceso libre al agua para fomentar la ingesta de alimento seco. El agua contribuye a aumentar la humedad, reducir el polvo y mejorar la palatabilidad, resultando en mayor ingesta de sólidos y ganancia de peso diario. En un estudio donde se limitó el acceso al agua durante las primeras 4 semanas, los terneros alimentados con sustituto de leche mostraron una menor ganancia de peso corporal (38%) y una reducción del 31% en la ingesta de iniciador en comparación con los terneros con acceso libre al agua (Kertz et al., 1984).

Desde los primeros días, además de la leche se añade un balanceado iniciador *ad libitum* a la dieta, que constituye alrededor del 2 al 2,5% del peso vivo hacia el final del periodo de crianza (Lagger, 2010). Este alimento sólido debe tener una calidad energética con un contenido de proteína del 18 al 20% y fibra de alta digestibilidad. Investigaciones han indicado que la introducción temprana de alimentos sólidos en la dieta puede favorecer el desarrollo del rumen en terneros, mejorando su potencial para el destete temprano (Coverdale et al., 2004).

Los terneros en buen estado de salud exhiben actividad física aumentada, lo que contribuye a una mayor producción de calor y resistencia al frío (Vermorel et al., 1989). En contraste, en terneros que experimentan distocia, los mecanismos de generación de calor suelen resultar afectados, disminuyendo su tolerancia al frío. Por ende, se aconseja ubicar a los terneros enfermos o débiles en ambientes cálidos y secos. La distocia puede también afectar la función cardiopulmonar del ternero, especialmente cuando se emplea una fuerza excesiva para la extracción (Schuijt, 1990). Así mismo, la atención inadecuada al momento del nacimiento, como la desinfección incorrecta del ombligo, bajo consumo de calostro y administración de calostro de baja calidad, puede resultar en una baja concentración de proteína sérica total, lo que se vincula con una falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTP). Estudios de Nocek et al. (1984) indican que terneras con FTP presentaron ganancias de peso reducidas, experimentaron episodios severos de diarrea y mostraron tasas de mortalidad más elevadas.

<u>Variables meteorológicas que afectan a los terneros durante su crianza</u>

Es esencial resguardar a los terneros del medio ambiente y las condiciones climáticas adversas, como la exposición excesiva al sol en verano o la lluvia y el viento en invierno, dado que las precipitaciones, en especial combinadas con bajas temperaturas, ejercen un impacto negativo significativo en la supervivencia de estos animales (Azzam et al., 1993). Un entorno inapropiado puede propiciar la manifestación y agravamiento de problemas, convirtiéndolos en situaciones de difícil manejo. El parto en ambientes húmedos o contaminados eleva considerablemente el riesgo de enfermedades desde las primeras horas hasta varios días después del nacimiento (Arancibia Berríos, 2009). La idoneidad del entorno implica contar con sombra en verano, exposición solar en invierno, adecuado drenaje en condiciones de lluvia, control de insectos, y la limpieza y desinfección de utensilios empleados en la alimentación, así como un espacio apropiado, independientemente del método de alojamiento seleccionado (ya sea estacas, jaulas o mixtos). Para combatir los desafíos derivados de condiciones climáticas extremas y el estrés térmico, se han implementado diversos sistemas de resguardo (Dematteis-Llera et al., 2022). Las diarreas y enfermedades respiratorias, comúnmente asociadas con la cría de terneros, tienen su origen en factores múltiples, siendo el clima un elemento determinante (Roy, 1980).

Los terneros, al ser animales homeotermos, conservan una temperatura corporal casi constante mediante la producción de calor metabólico y el intercambio continuo de calor con su entorno. La eficacia de este intercambio térmico está sujeta al clima y a los mecanismos de termorregulación propios del animal, que involucran procesos como la convección, conducción, radiación térmica y evaporación (Davis & Drackley, 1998). Al nacer, los terneros poseen mecanismos de termorregulación plenamente operativos, destacándose que aproximadamente el 2% de su masa corporal está constituido por tejido adiposo pardo, esencial en la termogénesis no hibernal. La

ingestión de calostro también desempeña un papel crucial en el mantenimiento de su temperatura (Vermorel et al., 1989). Los terneros recién nacidos son susceptibles a la pérdida de calor en ambientes fríos, dado su bajo cociente de superficie respecto a la masa y su limitado aislamiento térmico, caracterizado por una piel delgada y escasa presencia de grasa subcutánea (Davis & Drackley, 1998).

La zona de termoneutralidad (TN) se define como el rango de temperatura ambiental en el cual un animal puede mantener su temperatura corporal constante sin requerir energía adicional (Spiers, 2012). En el caso de los terneros, el confort térmico se experimenta en un rango de temperatura entre 15°C y 22°C. Cuando la temperatura ambiente desciende por debajo de 15°C, los terneros ingresan a la zona de temperatura crítica inferior (TCI), incrementando la producción de calor metabólico para conservar el equilibrio térmico. De manera similar, si la temperatura supera los 22°C, los terneros entran en la zona de temperatura crítica superior (TCS), donde comienzan a disipar calor mediante la pérdida sensible y evaporación (International Union of Physiological Sciences, 2001).

Los valores reportados para TCI varían de 0 a 15°C, dependiendo de factores como la edad de los terneros, la velocidad del viento y la humedad relativa. Respecto a la TCS, existe una disponibilidad limitada de información, aunque Spain & Spiers (1996) sugieren una TCS de 22°C, punto en el cual los terneros muestran un aumento en la frecuencia respiratoria. En condiciones climáticas extremas, que no pueden ser compensadas por los mecanismos termorreguladores, se produce el estrés térmico. Este se define como un cambio en el entorno térmico que genera una variación en la temperatura corporal no contrarrestada por los mecanismos de termorregulación. En terneros, el estrés térmico tiene consecuencias negativas para su bienestar (Silanikove, 2000) y provoca pérdidas económicas directas por morbilidad y mortalidad, así como costos indirectos derivados de la reducción en la ganancia de peso diario, rendimiento y supervivencia a largo plazo (Snowder et al., 2006).

En situaciones de estrés térmico por frío, las respuestas termorreguladoras para la generación de calor incluyen la termogénesis temblorosa y no temblorosa, con mecanismos como el aumento de la tasa metabólica, piloerección y vasoconstricción (Kirch et al., 2008; Rawson et al., 1989; Robinson & Young, 1988). Las respuestas a bajas temperaturas incluyen la búsqueda de refugio, mayor locomoción, posturas específicas y el agrupamiento voluntario (Da Silva, 2012).

Salud durante la crianza

Para tener mayor éxito en la crianza artificial y obtener terneros saludables, es esencial implementar un manejo adecuado para todos los animales en el tambo. Esto abarca aspectos como la atención durante el parto, la desinfección de ombligos, el manejo del calostro, la guachera y la adaptación al sistema de crianza (Postema & Mol, 1984). El área de parto debe mantenerse limpia, seca y libre de estrés para garantizar un ambiente propicio. La práctica de desinfectar el ombligo, el remanente del cordón y el muñón es crucial, ya que su falta de desinfección podría convertirse en un punto de entrada para patógenos, aumentando el riesgo de septicemia en el ternero. La higiene constante del cordón umbilical con un antiséptico, así como mantener un entorno limpio, seco y bien ventilado, contribuyen significativamente a reducir la morbilidad y mortalidad (Mee, 2008).

Las infecciones no solo representan un riesgo para la salud del animal, sino que también afectan negativamente la ganancia diaria de peso durante los primeros tres

meses de vida del ternero. Lograr una transferencia de inmunidad pasiva adecuada es fundamental, lo cual se logra mediante un calostrado adecuado en las primeras horas de vida, suministrando cantidades suficientes de leche de calidad, así como balanceado y agua fresca. Además, es crucial contar con refugios contra condiciones climáticas adversas. Se recomienda realizar el desleche entre los 45 y 60 días, o cuando los terneros consuman 1 kg de balanceado (Osacar et al., 2010).

Mantener la sanidad de los animales es crucial para minimizar la mortalidad, especialmente en categorías más sensibles. Un plan de vacunación adecuado, con dosis preparto y atención a enfermedades digestivas en los primeros 30 días, es esencial. Las madres, especialmente las primerizas, deben recibir dos dosis del complejo vacunal. Al salir de la guachera, se pueden administrar las primeras dosis de vacunas contra enfermedades respiratorias y clostridiales, y, según la incidencia, vacuna contra queratoconjuntivitis, repitiendo a los 20 días. La detección temprana de signos de enfermedad y el aislamiento son fundamentales para facilitar el tratamiento y acelerar la recuperación (Vissani & Ferreira, 2011).

En el año 2016 se realizó un estudio en varios establecimientos en el Uruguay con terneros muestreados hasta los 8 días de vida, se observó que cerca de la mitad de los animales presentaron falla en la transferencia de inmunidad pasiva, registrando valores por debajo de 5,6 g/dl de proteína total sérica. Teniendo en cuenta que los terneros con mayor concentración de proteína total sérica disminuyen las probabilidades de sufrir diarrea o dar positivo a rotavirus en heces, sería correcto valorizar más este punto (Caffarena et al., 2021). La competencia del personal se establece como una variable de suma importancia en el éxito o fracaso del proceso de crianza. Este debe contar con la capacitación necesaria para brindar atención a los terneros en el periodo perinatal y a lo largo de la crianza, con el propósito de reducir la tasa de mortalidad en estos terneros (Lombard et al., 2007). Además, es crucial que este conocimiento se vea respaldado por una formación continua, permitiéndole identificar tempranamente terneros inmunodeficientes o enfermos, posibilitando la aplicación oportuna de medidas preventivas y terapéuticas.

Crecimiento del ternero desde el nacimiento hasta el desleche

Una crianza eficaz de terneros debe buscar alcanzar un rendimiento animal óptimo con pérdidas reducidas debido a enfermedades y mortalidad, altas tasas de crecimiento y eficiencia en la conversión de alimentos. También debe tener en cuenta costos de alimentos, insumos sanitarios y costos operativos eficientes. No existe un único método para criar terneros, ya que distintas combinaciones de alimentación, alojamiento y manejo pueden resultar exitosas, un sistema que funciona bien en un predio puede fallar en otro por diversas razones (Moran, 2002). El rendimiento a lo largo de la vida de un animal depende de su desarrollo en las primeras etapas. Es en estos dos primeros meses de vida donde los productores pueden influir mediante una programación nutricional o metabólica repercutiendo positivamente en el ciclo productivo del animal (Soberon et al., 2012). Por lo tanto, es fundamental proporcionar una alimentación temprana y adecuada, con un calostro de alta calidad, para alcanzar un exitoso programa de manejo de terneros (Lopez et al., 2020). Para que el periodo de la crianza tenga éxito se plantean varios objetivos, como que el 90% de los terneros logre duplicar su peso de neonato cuando llegue al desleche, que menos del 30% tenga que recibir algún tipo de tratamiento por enfermedad entre el primer mes de vida y que de los terneros nacidos en el tambo el 85% logre una absorción de IgG mayor a 10g/L (Fortin & Perdomo, 2009).

El bienestar animal puede estar afectado por factores como la salud y el estado inmunológico (Urie et al., 2018). También hay que tener en cuenta proporcionar dietas liquidas de alta calidad y en una cantidad óptima la cual logre promover el crecimiento ruminal, brindar un buen confort para la crianza y el suministro de agua y alimento iniciador de una forma temprana (James, 2011). Además, la higiene, manejo de calostro y la atención neonatal, como también la presencia de patógenos y otras prácticas de gestión afectan la morbilidad y mortalidad de los terneros (Godden et al., 2019).

En un estudio que incluyó 149 predios de Uruguay se encontró un 15,2% de muertes (desde el nacimiento hasta el desleche), siendo los principales signos encontrados las diarreas y síntomas respiratorios en las primeras tres semanas de vida. La dieta de los establecimientos lecheros en general en promedio fue de 4,5 litros de leche o sustituto por día (Schild et al., 2020). Hay estudios que han observado que ofrecer 4 litros de leche o sustito por día está asociado con el hambre, mala salud y bajo crecimiento de los terneros (Khan et al., 2011). También se ha estudiado que terneros que recibieron de 6 a 8 litros de leche o sustituto por día alcanzaron a una edad más temprana la pubertad, tuvieron una mayor tasa de crecimiento y condición corporal, y una mayor producción de leche en la primera lactancia (Soberon & Van Amburgh, 2013). El agua debe ser de buena calidad y ofrecida ad libitum ya que es un requerimiento básico e insustituible. De no ofrecerse en estas condiciones el animal corre el riesgo de deshidratación, sobre todo en situación de diarrea o estrés térmico (Kertz et al., 2017).

Se ha observado que los terneros con alto calostrado y crecimiento acelerado tuvieron en promedio un crecimiento de cadera por día de 0,066 cm mayor que aquellos con bajo calostrado y crecimiento restringido (Soberon et al., 2012). Esto confirma que una buena nutrición temprana en los terneros expresará su rápido potencial de crecimiento inicial de estos (Kertz et al., 1998). En cuanto a los diferentes resultados de consumos altos con moderados se observó una diferencia de 2,4cm de altura a la cruz y también una diferencia de aumento de peso diario de 289 gramos a favor de los primeros (Brown et al., 2005).

Comportamiento de terneros durante la etapa de crianza

Los terneros emplean un 70% de su tiempo en decúbito cuando están en pequeños grupos, mientras que el tiempo restante lo utilizan para alimentarse, beber agua, realizar conductas de juego, entre otras (Chua et al., 2002). Aunque los terneros pasaban la mayor parte del día descansando, los animales en alojamientos individuales dedicaron ligeramente más tiempo a estar en posición de pie en comparación con los agrupados, (Warnick et al., 1977 & de Wilt, 1986). Otros experimentos también observaron que los terneros alojados en parejas eran más activos que los terneros criados de forma individual (Jensen et al., 1998). Una temprana interacción entre terneros es importante para su desarrollo social (Duve et al., 2012; Jensen et al., 1998), ya que influye en la salud de estos, así como en su rendimiento (Chua et al., 2002). Cuando los animales están deprimidos tienden a disminuir el repertorio del comportamiento que suele tener un animal normal (Fraser, 1988). Es crucial proporcionar suficiente espacio para que los terneros puedan manifestar su comportamiento lúdico, ya que el juego se considera un signo positivo de salud y bienestar, además de ofrecer diversos beneficios para su desarrollo (Spinka et al., 2001). Incrementar el espacio disponible favorece tanto la frecuencia como la

calidad del juego en los terneros (Jensen et al., 1998; Jensen & Kyhn, 2000), y el juego es más común cuando los terneros se crían en grupo (Jensen et al., 1998). La interacción social temprana desempeña un papel crucial en el desarrollo del comportamiento social del ternero (Jensen et al., 1998). Además, las interacciones sociales exhiben la capacidad de incidir en la salud y el rendimiento de estos (Chua et al., 2002).

No se hallaron diferencias entre los grupos de tratamiento en cuanto al tiempo dedicado al aseo personal o la succión de la tetina. Sin embargo, los terneros en corrales individuales pasaban más tiempo con la cabeza fuera del corral, posiblemente intentando interactuar con otros terneros y trabajadores del tambo. De manera similar, se encontró que los terneros alojados en grupos buscaban menos contacto humano en comparación con aquellos alojados individualmente (Mogensen et al., 1999).

Otras investigaciones indican que la crianza individual de terneros disminuye la aparición de problemas de comportamiento, como la succión cruzada (Van Putten, 1982).

Factores estresantes en terneros

La cría de terneros de tambo es una etapa de vital importancia en cualquier sistema de producción de leche, la misma generalmente se realiza de modo artificial, separándolos de sus madres inmediatamente después del parto, con empleo de leche o suplemento lácteo y concentrado, lo que implica importantes costos para el productor, y por eso es una etapa a la que se presta especial atención (Quiroz & Ruiz, 2012). Según los recursos disponibles se pueden manejar los terneros de forma individual (jaulas, estacas, correderas, establos) o en grupos (corrales, potreros, jaulas, establos) siempre con la finalidad de no causarle mayor estrés en esta etapa (Navarro et al., 2006). Muchas veces por las condiciones ambientales, es necesario tener un lugar específico para llevar a cabo la crianza del ternero. Éste debe estar protegido de la lluvia y del viento, pero al mismo tiempo se tiene que considerar una buena ventilación con aire fresco, evitando las corrientes directas. En lugares mal ventilados, se producen gases y olores que irritan las mucosas de las vías respiratorias de los animales que en algunos casos puede producir tos y/o neumonía (Navarro et al., 2006).

El estrés tiene un importante rol en la salud de los terneros y es utilizado como un indicador de pobre BA. Los animales pueden sufrir estrés físico: hambre, sed, lesiones, fatiga, condiciones climáticas extremas, o estrés psicológico: restricción de los movimientos, prácticas de manejo, cambios imprevistos (Grandin, 1997). Otro aspecto a considerar es la variabilidad de la temperatura del cuerpo, de la respiración y de las hormonas que son procesos biológicos importantes y marcadores convenientes y confiables del funcionamiento del reloj biológico (Klerman et al., 2002) así como también, indicadores de la salud general de un animal y de su metabolismo energético (Cossins & Bowler, 1987).

<u>Transición desde una crianza individual a una colectiva</u>

Durante la crianza los terneros pueden ser alojados de forma individual o grupal, teniendo estos sistemas ventajas y desventajas desde el punto de vista sanitario, productivo y de bienestar animal. El manejo de forma individual permite observar mejor a los animales para su manejo alimenticio y sanitario, y para ello se pueden utilizar jaulas o corrales de 1,5 a 2 m cuadrados por animal, o bien tenerlos atados por el

cuello a estacas. En corrales colectivos también se debe considerar un espacio de 1,5 a 2 m cuadrados por ternero, con grupos de 6 a 8 animales. Luego de la crianza se deben desinfectar jaulas y corrales para disminuir la carga ambiental de gérmenes (Navarro et al., 2006).

Existe un efecto del alojamiento en grupo sobre la ingesta de alimento y la ganancia de peso, los cuales se vieron mejorados en este caso respecto al alojamiento individual (Costa et al., 2016). Los terneros criados en grupo también comenzaron a comer concentrado y heno a una edad más temprana que en los otros sistemas de crianza (Warnick et al., 1977), y se facilitó un comienzo más temprano de la rumia (Hepola et al., 2006). Esta mejora en el consumo de alimentos se debe a cambios en el comportamiento de los terneros alojados en grupo (De Paula Vieira et al., 2010). En cuanto a las desventajas sanitarias del corral, se indica que con medidas de manejo adecuadas se pueden mitigar las enfermedades infecciosas y los problemas sanitarios inherentes al uso de este sistema de alojamiento (Costa et al., 2016). En un estudio a gran escala que incluyo 1.685 establecimientos en EE.UU. se demostró que la mortalidad en sistemas de alojamiento en grupo de 7 terneros o más era un 6% mayor que para los terneros alojados individualmente, mientras que en establecimientos donde se manejaban grupos de 6 terneros como máximo, la mortalidad fue similar a los alojados individualmente (Losinger & Heinrich, 1997). El riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas se debe principalmente a la mezcla de los terneros de diferentes edades en sistemas de alojamiento colectivo (Marcé et al., 2010). Terneros criados en sistemas grupales, que permiten el contacto directo entre animales e indirecto a través de sus heces y secreciones, tienen mayores chances de adquirir infecciones con patógenos digestivos y/o respiratorios, y desarrollar diarreas y/o neumonías, que aquellos terneros criados individualmente (Stull & Reynolds, 2008).

Por otra parte, en los alojamientos individuales se reduce la transmisión de enfermedades por el poco o nulo contacto físico entre animales, además de reducirse la competencia por alimento (Cobb et al., 2014). Una de las consecuencias de los alojamientos individuales puede ser que los terneros no desarrollen las habilidades sociales necesarias para hacer frente a la vida en grupo luego del desleche, a su vez el menor espacio disponible, ofrece menos oportunidades para el ejercicio físico, y esto es probable que tenga un impacto negativo en el bienestar general de las terneras (Rushen et al., 2008). En este sentido, es de destacar que la UE ha prohibido el alojamiento individual de los terneros de más de 8 semanas de edad, estimulando el interés en los sistemas de alojamiento en grupo, a fin de proveer un mejor bienestar a los animales. Por ello, el aprendizaje temprano y el aumento en el consumo de alimento sólido, un mayor acceso al espacio, y una mejor interacción social provocan un mayor bienestar en los terneros alojados en grupo que en los individuales (Babu et al., 2004).

Los terneros criados a la intemperie en inviernos húmedos y fríos, tendrán mayor riesgo de sufrir hipotermia y enfermedad respiratoria. Por otro lado, en los terneros criados en sistemas de confinamiento bajo techo, la incidencia de enfermedades respiratorias posiblemente esté asociada a pobre ventilación, alta humedad, presencia de gases nocivos y/o transmisión aerógena de microrganismos (Lorenz et al., 2011). Por lo tanto, cuando hace demasiado frío o demasiado calor, los animales deben usar energía para mantener su temperatura corporal interna. Esto ocurre a costa de la energía requerida para el crecimiento, por lo que puede tener un efecto negativo sobre el BA (Lagger, 2010).

En lo que a comportamiento respecta, el alojamiento individual en corrales o jaulas es el que presenta mayores inconvenientes para el animal o al menos estos son más evidentes; por ejemplo, jaulas donde el espacio es tan reducido que impide que el ternero pueda girar o echarse. En los alojamientos grupales esto no ocurre, ya que los terneros pueden desarrollar mejor su comportamiento natural, porque a pesar de que el espacio por ternero puede ser menor o igual a los alojados individualmente, el área total para moverse es mayor. De todas formas, hay puntos a favor en los alojamientos individuales que hay que tener en cuenta, se puede evitar la manifestación de conductas dominantes entre terneros, evitando así la competencia por alimento y favoreciendo el bienestar animal, especialmente cuando el acceso al alimento es restringido en cantidad o el espacio de comedero (Rushen et al., 2008).

En un estudio con terneras alojadas en grupos de 2 y 6 animales se comparó el efecto del tamaño del grupo y la forma de alimentación, sobre la competencia por alimento y la succión cruzada. Los resultados demostraron que los terneros alojados en grupos de 6 consumen la leche más rápido que los alojados en parejas, lo que demuestra una mayor competencia por alimento en grupos grandes, además se observó que los terneros alimentados con tetinas dedicaban tiempo a succionar la tetina seca, luego de la alimentación, y por esto dedicaban menos tiempo a la succión cruzada que los alimentados con balde (Jensen & Budde, 2006).

En sentido opuesto, una posible ventaja de los alojamientos individuales es la reducción de la succión cruzada entre terneros, aunque algunos estudios demuestran que se puede mantener una baja incidencia de este comportamiento aún en terneros alojados en grupo (Rushen et al., 2008). Por ejemplo, la succión cruzada está parcialmente influenciada por el hambre y aumenta cuando los terneros reciben cantidades restringidas de leche o sustituto de leche. Aumentar la cantidad diaria de leche es una forma de reducir la succión cruzada. También es importante asegurarse de que todos los terneros tengan suficiente acceso a la tetina, por lo menos una tetina por ternero. Hay que tener en cuenta que el efecto de succión se prolonga durante 20 minutos después de alimentarse, por lo tanto, el acceso a la tetina durante este tiempo post ingesta ayuda para disminuir la succión (Van Os, 2021).

Descorne y castración

El procedimiento de descorne tiene por objetivo reducir el daño entre animales y con la gente que trabaja con ellos. Para comenzar, se debe definir el concepto de desbotone, que implica remover los botones cornuales en los terneros, resultando preferible al descorne debido a que es menos estresante para el animal. El desbotone debe realizarse antes que las terneras tengan dos meses de edad e idealmente tan pronto cuando se pueda apreciar el botón cornual. El corion (el área de células ubicada en la unión del cuerno y la piel) es el sitio de producción del cuerno. Si se elimina el cuerno, pero no el corion, los cuernos volverán a crecer (Hoffsis, 1995). Los cuernos comienzan como yemas dentro de la piel de la nuca. Aproximadamente a los 2 meses de edad, las yemas cornuales se unen al periostio del hueso frontal que recubre el seno frontal (La Fontaine, 2006). El nervio cornual, una rama del nervio trigémino (par craneal V), proporciona sensación a la piel de la región del cuerno/brote del cuerno. La inyección de un anestésico local alrededor del nervio cornual a medida que atraviesa la cresta frontal desensibiliza el área (Godinho & Getty, 1975). El desbotonamiento implica la destrucción de las células productoras de córnea (corium) de la yema córnea (Vickers et al., 2005). Las yemas córneas se extraen sin abrir el seno frontal. Los métodos de desbotonamiento químicos y con hierro caliente

destruyen las células productoras de cuerno, mientras que los métodos físicos de descorne las extirpan.

El desmochado con hierro caliente se realiza comúnmente y es confiable, pero se considera bastante doloroso (Bengtsson et al., 1996). Se encuentran disponibles dispositivos de desmochado con hierro caliente eléctricos y de butano. El calor excesivo aplicado durante el desmoche con hierro caliente puede dañar el hueso subyacente (Kihurani et al., 1989). El desmoche mediante cauterio puede generar menos malestar que el descornado físico con un bisturí porque los nociceptores son destruidos por el calor y, en consecuencia, se reduce la percepción del dolor (Petrie et al., 1996).

En cuanto a los beneficios del ganado descornado requiere menos espacio en el comedero, son más fáciles y menos peligrosos de manipular y transportar. Al presentar un menor riesgo de interferencia de los animales dominantes a la hora de comer supone un riesgo reducido de lesiones en las ubres, los flancos y los ojos de otros bovinos, como también un menor riesgo de lesiones para los cuidadores, caballos y perros. Estos además generan menos comportamientos agresivos asociados con el dominio individual; y puede incurrir en menos sanciones económicas por la venta (Faulkner, 2000).

Aunque las respuestas varían ligeramente según el método de descornado, las concentraciones plasmáticas de cortisol aumentan rápidamente de 30 a 60 minutos después del descornado, disminuyen ligeramente, se estabilizan durante 3 a 4 horas y luego regresan a los valores iniciales aproximadamente de 6 a 8 horas después del procedimiento (McMeekan et al., 1997). La evaluación de la respuesta de catecolaminas (lucha o huida) permite evaluar las respuestas agudas a procedimientos dolorosos, pero esta respuesta es de corta duración y relevante sólo para las primeras fases de la respuesta de angustia. La epinefrina, norepinefrina y dopamina (catecolaminas) desempeñan un papel fundamental en la respuesta de "lucha o huida" del organismo. La epinefrina y la norepinefrina trabajan juntas para preparar al cuerpo para responder al estrés agudo, mejorando el rendimiento físico y el estado de alerta, asegurando que la energía y el oxígeno se distribuyan eficientemente a los órganos y músculos vitales (Motiejunaite et al.,2021). En el sistema nervioso central, la dopamina es crucial para regular el estado de ánimo, la motivación y la recompensa, desempeñando un papel importante en las vías de placer y recompensa del cerebro (Channer et al., 2023). La concentración de adrenalina (epinefrina) aumentó 5 minutos después el descornado con bisturí de terneros de 10 semanas de edad, no se vio afectado por el uso de anestesia local y volvió al valor inicial en 10 minutos (Mellor et al., 2002). Las concentraciones de noradrenalina (norepinefrina) también pueden aumentar debido a la liberación tisular de noradrenalina en respuesta a una lesión. Se observaron concentraciones aumentadas de noradrenalina 10 minutos después del descornado, pero regresaron a los niveles iniciales dentro de los 60 minutos (Mellor et al., 2002). La temperatura ocular cae durante el descornado o después de que la anestesia local desaparece debido a la actividad simpática que conduce a la vasoconstricción y la redirección de la sangre (Stewart et al., 2005).

Las conductas de evitación observadas durante el descornado incluyen mover la cola, mover la cabeza, tropezar y encabritarse (Faulkner, 2000). Los indicadores postoperatorios de dolor incluyen frotarse la cabeza, sacudir la cabeza, extender el cuello, mover las orejas y la cola, aumentar el número de transiciones entre acostarse

y levantarse y reducir la rumiación (Sutherland et al., 2002).

Un estudio ha demostrado que los terneros desmochados con hierro caliente a los que no se les ha administrado ningún anestésico muestran más lucha durante el desmoche y más indicadores postoperatorios de dolor después del desmoche que los terneros desmochados con pala y pasta cáustica (Stillwell et al., 2007). Otro estudio encontró que el desmochado con hierro (ya sea utilizando o no anestesia y analgesia) condujo a una reducción de la conducta de juego (Mintline et al., 2013).

La castración y el descornado generalmente se realizan en forma conjunta en los establecimientos, un estudio reciente revelo que estas prácticas en conjunto duplican la respuesta al dolor, es decir no se evita que el animal pase dos fases de dolor, sino que esa respuesta de dolor se aumenta al doble. Se ha demostrado que las respuestas al dolor debidas a la combinación de estos procedimientos duran sin cesar, hasta cuatro horas y más cuando se realizan sin mitigación del dolor (Sutherland et al., 2013). Aquellos terneros de un mes de edad que son castrados de forma tradicional a cuchillo sufren mayor estrés en las primeras 48 horas, en comparación a otros métodos de castración (por goma o Burdizzo), e indicadores de dolor como cortisol y proteínas de fase aguda señalan que el dolor puede persistir hasta el día 28 aproximadamente (Meléndez et al., 2017). Por supuesto que el uso tanto de anestesia con analgésicos puede mitigar el estrés asociado al dolor. Un efecto similar, aunque menor, puede lograrse usando antiinflamatorios con efecto analgésico, lo cual a nivel práctico resulta más sencillo (Sutherland et al., 2013).

HIPÓTESIS (10)

El uso de aditivos (extractos vegetales o monensina) durante el preparto de vacas lecheras afecta el comportamiento, variables fisiológicas y el crecimiento de las crías desde la separación de la madre hasta los dos meses de vida, y mejora el crecimiento y respuesta al estrés durante el desarrollo al comparar con aquellas crías cuyas madres fueron alimentadas con una dieta sin aditivos.

OBJETIVO GENERAL (11)

Determinar si el uso de extractos vegetales o monensina como aditivo en la alimentación durante el preparto de vacas lecheras (primíparas y multíparas) afecta el comportamiento, variables fisiológicas y crecimiento de las crías desde la separación de la madre hasta los dos meses de vida, incluyendo manejos estresantes como el agrupamiento y el descorne y castración.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS (12)

Evaluar si el uso de aditivos (extractos vegetales o monensina) en las vacas desde los 30 días antes del parto hasta el parto propiamente dicho, afecta:

- El comportamiento y variables fisiológicas de las crías desde la separación de la madre hasta los dos meses de vida.
- La transferencia de inmunidad pasiva
- El comportamiento y variables fisiológicas de las crías al realizar la transición de la cría individual a colectiva
- El comportamiento, variables fisiológicas y el cortisol de las crías al realizar castración y descorne a los 35 días de vida.
- Las diferentes variables evaluadas difieren entre las crías nacidas de vacas multíparas y primíparas.

MATERIALES Y MÉTODOS (13)

El trabajo práctico del experimento se llevó a cabo en la Plataforma Experimental de Lechería en la Estación Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, Paysandú, Protocolo CEUA ID 1330 y 1394 (Exp: 020300-000055-22).

Diseño experimental

El trabajo comenzó en el preparto, 30 días antes de la fecha probable de parto hasta los 60 días de nacido los terneros, momento en el cual se realizó el desleche. Se utilizaron 54 vacas lecheras raza Holstein (22 primíparas y 32 multíparas) las cuales se adjudicaron a uno de tres grupos (cada grupo con n=20), bloqueadas de acuerdo con la fecha probable de parto, numero de lactancia, peso (618 ± 13,5 kg de PV) y CC (3,20 ± 0,37) al ingreso al preparto (día fijo).

Los animales, una vez distribuidos en bloques se asignaron al azar a los tratamientos. La diferencia entre los tratamientos estaba en uso o no de aditivos y en el tipo de aditivo mezclado con el concentrado. El manejo y los demás componentes de la dieta fue igual para los distintos tratamientos

Los tratamientos aplicados fueron:

1- Tratamiento control, dieta preparto sin Monensina, ni extractos vegetales (CON, 12 fetos machos y 6 fetos hembras).

2- Dieta preparto con agregado de Monensina (MON, 300 mg/vaca/día, 9 fetos machos, 8 fetos hembras).

3- Dieta con aditivos a base de extractos vegetales (EV, 50 g/vaca/día, aditivo comercial aun no comercializado en Uruguay, contiene transcinnamaldehídos hasta 1000ppm, polifenoles hasta 450ppm, curcuminoides hasta 280 ppm y piperina hasta 15ppm, 9 fetos machos, 10 fetos hembras).

Procedimiento

Las vacas estaban estabuladas en un sistema de *compost barn* durante el preparto, agrupadas en corrales de cuatro animales cada uno, estando a su vez separadas las primíparas de multíparas, y fue suministrada la dieta total mezclada (TMR) y se controló el consumo una vez al día.

Los terneros al nacer estaban con la madre entre 6 a 12 h luego del nacimiento, donde consumían calostro directamente de la madre. Al separar los terneros de sus madres se les administraba 2 litros de calostro proveniente del banco de calostro. Se fijaban dos horarios para saber cuándo retirar el ternero de la madre, 10:00 am y 10:00 pm. Si el ternero nacía luego de las 10:00 pm y se encontraba antes de las 10:00 am se ingresaba a la guachera en las primeras horas de la tarde antes del ordeñe, y si el ternero nacía luego de las 10:00 am y antes de las 10:00 pm se ingresaba antes del ordeño en la madrugada. Al apartarlos de la madre pasaban los primeros 15 días de edad en un sistema individual de cría a estaca. Al día 7 se realizaba un test de calostrado mediante el uso de un refractómetro, en el cual se puede observar en cuestión de pocos segundos la concentración de proteínas séricas totales que tiene una correlación con la cantidad de IgG en el ternero y así poder evaluar si ese ternero

tiene un buen calostrado, siendo un calostrado exitoso (>5,5 g/dL), medianamente exitoso (5,0 y 5,4 g/dL) y un calostrado insatisfactorio (<5,0 g/dL). Luego de esos días pasaban a un sistema de cría colectivo en corrales agrupados de a 6 terneros en cada corral, ordenados por fecha de nacimiento, con al menos un ternero de cada tratamiento por corral.

Los terneros se encontraban en un lugar techado con nylon, siendo abierto a sus laterales. El piso era de tierra con chips de madera y con una pequeña superficie de pasto natural. Los corrales contaban con una dimensión de 3 metros de ancho por 15 metros de largo (45 metros cuadrados por animal), cercados con 4 hilos de alambre los cuales tenían corriente eléctrica, se alimentaban dos veces al día con leche de transición la cual se les ofrecía en baldes tanto en la cría individual como la colectiva, también contaban con agua *ad libitum* en baldes durante la cría a estaca individual, luego en la cría colectiva tenían bebederos de llenado automático. A partir de la semana de vida se comenzó a ofrecer concentrado iniciador de marca Prolesa; con una composición de un mínimo de 18% de Proteína, Fibra Neutro Detergente 20,7%, Energía Metabolizable Max. 3050 Mcal/Kg MS. Cabe la aclaración de que este concentrado contenía ionóforos (Monensina 30 mg/Kg).

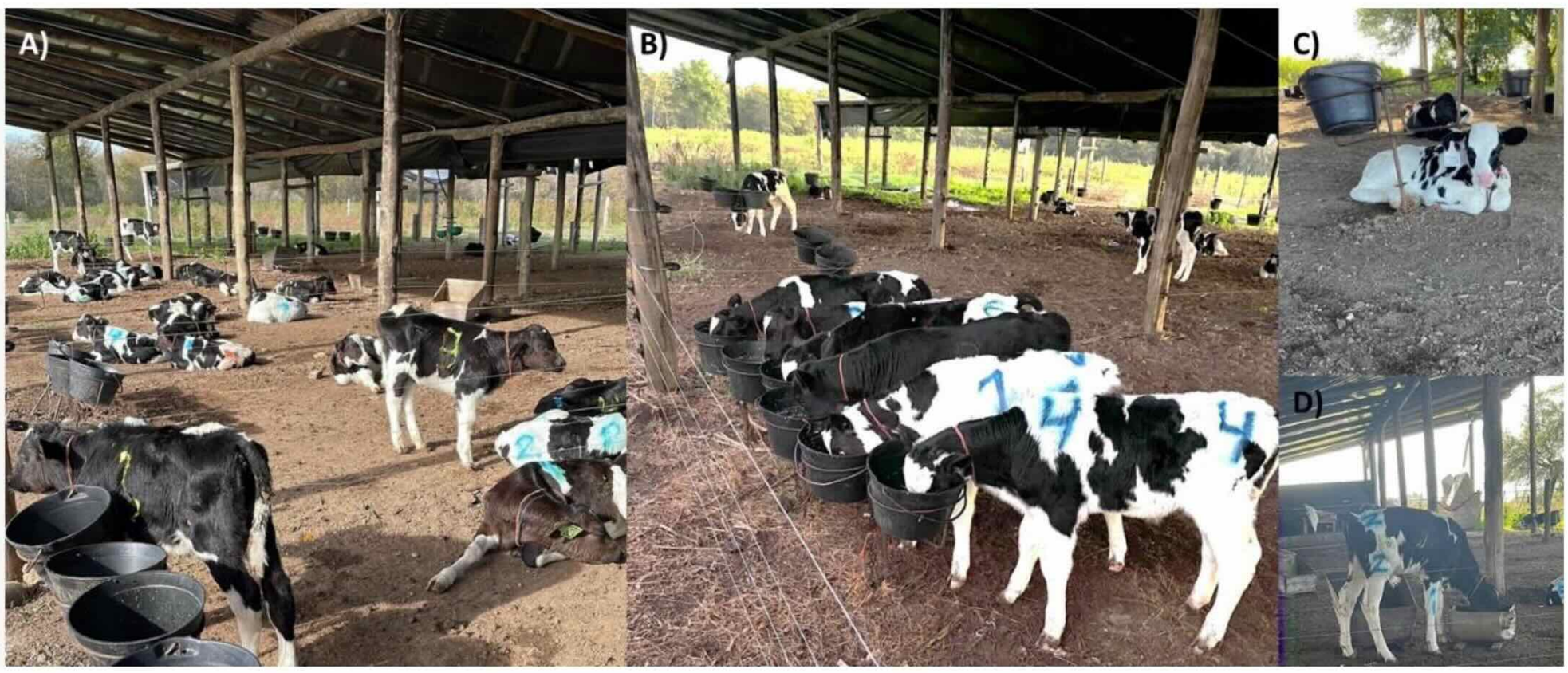


Figura 1: Cría de los terneros durante el experimento, desde el nacimiento hasta el día 56. A: Terneros agrupados en corrales (6 terneros por corral), B: Terneros agrupados tomando leche durante la evaluación de comportamiento, C: Ternero en cría individual a estaca, D: Ternero consumiendo concentrado.

Entre los 35 a 40 días de vida se realizaba la orquiectomía a vaginal abierta (en machos) y desmoche en machos y hembras con bloqueo del nervio cornual usando Lidocaína al 2% como anestésico local y analgesia (Meloxicam a dosis de 0,5 mg/kg, Metacam®, Boehringer-ingelheim, Colombia). Se utilizó Lidocaína al 2%, 5 mL en cada cordón espermático y 10 cm en la piel del escroto, sobre lateral del lado izquierdo y derecho.

Cabe aclarar que las variables estudiadas fueron tomadas con los días promedio de nacido. En el análisis del desempeño durante la fase de cría se utilizó la edad (7, 21, 42 y 56 días), para el agrupamiento se utilizó, día 14 (día anterior a ser agrupados), día 15 (día del agrupamiento) y día 16 (día posterior a ser agrupados). Para el descorne y castración se utilizó d-1 (día antes de realizado), d0 (día de realizado) y d1 (día después de realizado). En los terneros a diferencia de las madres no se aplicó tratamiento diferencial por lote, es decir todos consumían lo mismo, lo cual en las

madres cada lote recibía un tratamiento distinto.

Mediciones

Medidas fisiológicas

Al momento de ingresar a la guachera, como también durante el desarrollo del experimento se realizó mediciones fisiológicas con una frecuencia semanal.

Las medidas fisiológicas registradas fueron: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura superficial y temperatura rectal. Las medidas fueron registradas durante la tarde luego de finalizar la evolución del comportamiento antes del suministro de leche. La frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria se midieron con estetoscopio (genérico) durante un minuto. En la temperatura superficial se registró la temperatura del morro, base de la oreja y perianal a una distancia de 5cm de la piel con termómetro infrarrojo (DIKANG HG03). La temperatura rectal se registró colocando el termómetro digital de uso humano (safy punta flexible) en la mucosa del recto y esperando a que la temperatura se estabilizara.

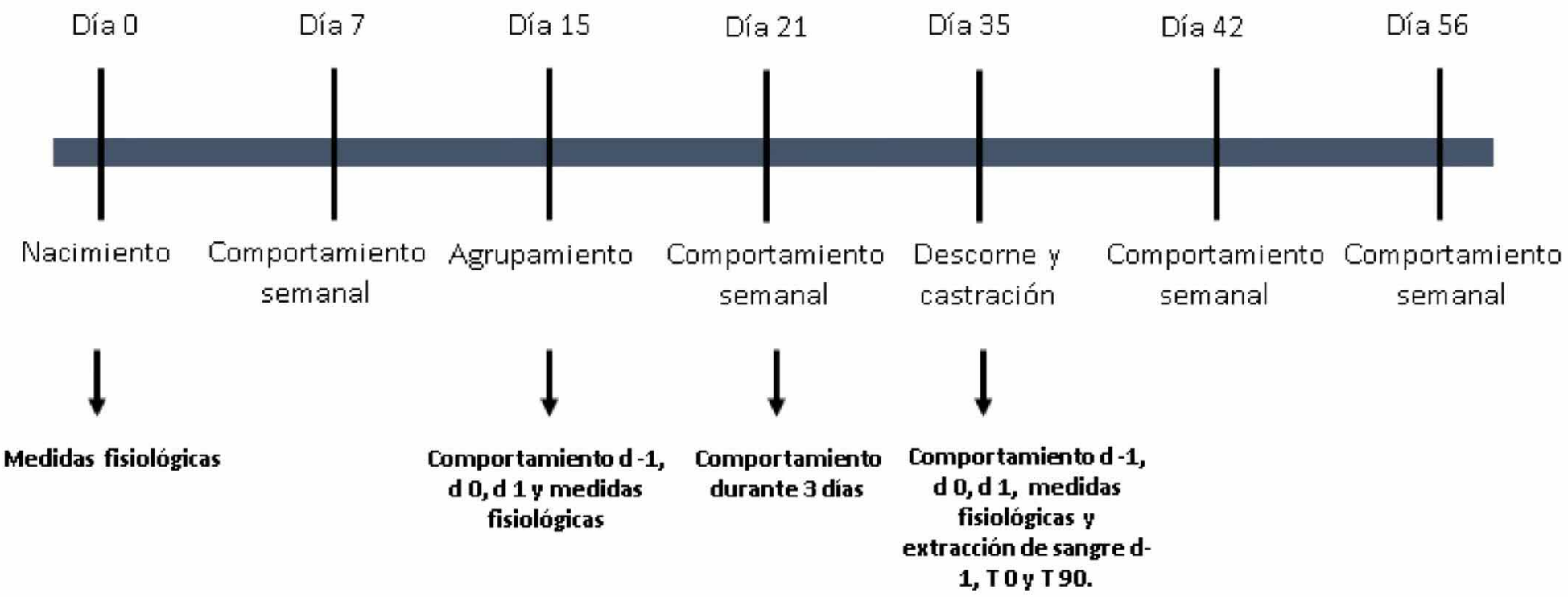


Figura 2: Línea temporal de los trabajos realizados durante el experimento.

Evaluación de comportamiento

Los comportamientos fueron registrados durante todas las semanas del experimento dos veces al día, de 7:00 a 10:00 am y de 01:00 a 04:00 pm, por 3 días consecutivos cada semana (Cuadro 1). En el agrupamiento, el comportamiento se registró el día anterior (día 14), el día del agrupamiento (día 15) y el día posterior al agrupamiento (día 16) de 07:00 a 10:00 am y de 01:00 a 04:00 pm. El agrupamiento se realizó el día 15 a las 7:00 am previa a la evaluación del comportamiento. Al momento del descorne y castración el comportamiento se registró el día anterior (d-1) y el día posterior al agrupamiento (d1) de 07:00 a 10:00 am y de 01:00 a 04:00 pm. El descorne y castración se realizaron en la mañana (08:00 a 12:00 am) y en la tarde de 01:00 a 04:00 pm se realizó el comportamiento (d0). El comportamiento se registró en escaneo cada 5 minutos (de forma similar a la descripta por Grille et al., 2019; Pons et al., 2023).

Cuadro 1: Comportamientos evaluados en los terneros

Tipo de comportamiento	Descripción del comportamiento
Parado	Animal en estación. Posición del animal en la cual está parado en sus cuatro miembros los cuales apoyan sobre la superficie.
Echado	Animal en decúbito. Posición del animal en la cual tiene su cuerpo sobre la superficie ya sea lateral o esternalmente.
Camina	Desplazarse de un lugar a otro.
Come	Ingerir alimento, ya sea concentrado o leche.
Rumia	Consiste en regurgitar el alimento consumido para masticarlo y mezclarlo con saliva, reduciendo el tamaño de partícula.
Bebe agua	Acto de ingerir agua a través de la boca.
Auto lamido	Acción en que el animal se lame a sí mismo.
Lame otro	Cuando el animal lame a otro ternero.
Lame objeto	Cuando el animal lame cualquier objeto que tenga a su alcance.

Muestras de sangre y determinaciones

Las muestras de sangre se colectaron de la vena yugular en un tubo sin anticoagulante. En la castración y el descorne se tomaron tres muestras,

inmediatamente antes de realizarlo (t0), a los 60 minutos (t60) y a los 90 minutos (t90).

Los tubos sin anticoagulante se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 minutos, para luego al suero almacenarlo en tubos tipo Eppendorfs a -20°C, hasta determinar la concentración de cortisol, las proteínas totales, albúminas y globulinas (Grille et al., 2019).

Las muestras de suero se analizaron en el Laboratorio de Endocrinología y Metabolismo Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. Las concentraciones de Cortisol se determinaron por radioinmunoensayo (RIA) en fase sólida utilizando kits de DiaSource (CORTISOL-RIA-CT KIPI 2800, DiaSource Immunoassays, Bélgica). La concentración mínima detectable del ensayo fue de 6,79 µg/L. Los coeficientes de variación intraensayo para controles bajos (53,8 µg/L) y medios (150,1 µg/L) fueron 8,6% y 10,1 %, respectivamente.

Análisis estadístico

En el procesamiento de los datos de los comportamientos, se calculó la frecuencia diaria (%) de cada comportamiento para luego realizar el análisis estadístico. Se analizó el tipo de distribución que presentaron los datos de comportamiento, variables fisiológicas, peso y medidas morfológicas. De acuerdo con la distribución de los datos se realizó un ANOVA para medidas repetidas mediante procedimientos lineales mixtos (Proc Glimmix de SAS Studio).

Para el comportamiento y variables fisiológicas a lo largo de la cría los efectos fijos fueron el tratamiento, la edad de los terneros (días 7, 21, 42 y 56), la paridad de las madres (primíparas y multíparas), la interacción tratamiento*paridad (T*P), edad*paridad (E*P) y edad*tratamiento (E*T). Al realizarse el agrupamiento, los efectos fijos para comportamiento fueron tratamiento, momento (d-1, d0 y d1), paridad de las madres (primíparas y multíparas), la interacción tratamiento*paridad (T*P), momento*paridad (E*P) y edad*tratamiento (E*T). Para las variables fisiológicas en el agrupamiento los efectos fijos fueron tratamiento, momento (día previo al agrupamiento y día posterior al agrupamiento), paridad de las madres (primíparas y multíparas), la interacción tratamiento*paridad (T*P), momento*paridad (E*P) y momento*tratamiento (E*T). Para el comportamiento en el descorne y castración los efectos fijos fueron tratamiento, momento (d-1, d0, d1), paridad de las madres (primíparas y multíparas), la interacción tratamiento*paridad (T*P), momento*paridad (E*P) y momento*tratamiento (E*T). Para las variables fisiológicas durante el descorne y castración los efectos fijos fueron tratamiento, momento (d-1, T0, T90), paridad de las madres (primíparas y multíparas), sexo (macho y hembra) y la interacción momento*sexo (M*S). Para las concentraciones de cortisol en sangre al descorne y castración los efectos fijos fueron tratamiento, momento (d-1, T0, T90), paridad de las madres (primíparas y multíparas), sexo (macho y hembra) y la interacción momento*sexo (M*S).

En todas las comparaciones de medias se utilizó la prueba Tukey. Los resultados se expresan como la media ± el error estándar de la media (EEM). Las diferencias se consideran significativas con un alfa ≤ 0,05 o tendencia con un alfa entre 0,05 y 0,10.

RESULTADOS (14)

Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva: concentración de proteínas totales

Observando el resultado de las mediciones de calostrado utilizando el refractómetro, lo que se encontró fue que el 56% de los terneros lograron un calostrado exitoso (>5,5 g/dL), un 15% alcanzaron un resultado medianamente exitoso (5,0 y 5,4 g/dL) y un 29% (<5,0 g/dL) no llegaron a tener un calostrado satisfactorio. Para el calostrado, la media de proteínas totales del tratamiento control fue 6,11 ± 0,40g/dL, la de extractos vegetales (5,98 ± 0,36g/dl) y la de monensina (5,41 ± 0,38g/dl). Ninguno de los efectos fijos afectó a esta variable.

Desempeño durante toda la fase de cría

Comportamiento

En el comportamiento de parado solo se encontraron diferencias significativas de acuerdo con la edad (Cuadro 2), dado que desde el día 7 hasta el día 42 iba en aumento, encontrándose el menor valor al día 7 y la mayor frecuencia al día 42 (Figura 3). Desde el día 42 al 56 la frecuencia estar parado disminuyó (Figura 3). En el resto de los efectos fijos no se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 2).

Cuadro 2: Frecuencia de comportamientos en terneros lecheros durante la fase de cría desde los 7 a 56 días de nacidos de los tratamientos control (CON), extractos vegetales (EV) y monensina (MON)

Comportamiento	CON	EV	MON	EEM	Trat	Edad	Paridad	T*P	E*P	E*T
Parado	35,2	39,1	36,7	1,60	0,2	<0,0001	0,5	0,3	0,7	0,7
Echado	62,7	58,9	61,2	1,68	0,3	<0,0001	0,5	0,3	0,7	0,7
Camina	2,0	2,1	2,1	0,20	0,9	0,001	0,5	0,8	0,8	0,6
Come	4,9	5,7	4,4	0,53	0,2	<0,0001	0,4	0,9	0,4	1,0
Rumia	4,6	4,0	4,5	0,52	0,7	<0,0001	0,8	0,9	0,8	1,0
Bebe agua	0,5	0,5	0,5	0,10	0,9	0,2	0,8	0,9	0,2	0,9
Lame objeto	5,1	5,7	5,7	0,52	0,7	0,03	0,7	0,6	0,04	0,5
Lame otro	2,0	2,0	1,9	0,21	0,9	<0,0001	0,4	0,3	0,3	0,5
Auto lamido	3,4	3,9	3,0	0,24	0,03	0,3	0,9	0,4	0,06	0,1

CON: control. EV: extractos vegetales. MON: monensina. EEM: error estándar de la media. Trat: Tratamiento. Mon: monensina. T*P: interacción tratamiento * paridad. E*P: interacción edad * paridad. E*T: interacción edad * tratamiento.

Lo mismo sucede con el comportamiento de echado, no se encuentran diferencias significativas en tratamiento, paridad, T*P, E*P y E*T, pero si se encontraron diferencias acordes a la edad. Se encontró que al día 7 fue donde los animales tuvieron mayor frecuencia de este comportamiento, cayendo durante el día 21 y el 42, donde se da la menor frecuencia, culminando con una suba al día 56 (Figura 3).

Respecto al comportamiento camina al igual que los anteriores la diferencia estadística se encontró en la edad, donde se observa que desde el día 7 al día 42 la acción de caminar fue en aumento (Figura 3). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

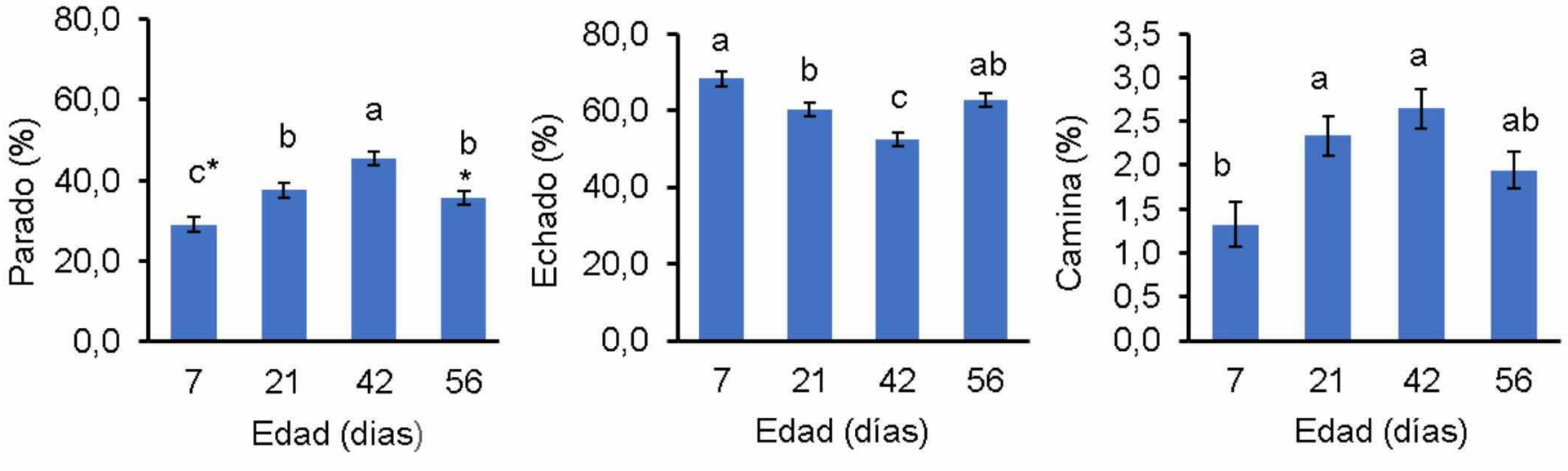


Figura 3: Frecuencia de comportamientos de parado, echado y camina en terneros lecheros de acuerdo a su edad (días) durante la fase de cría. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre días (P<0,05), mientras que los asteriscos muestran tendencia entre días (P0,05 > P < 0,10).

Evaluando el comportamiento de come la diferencia estadística se encontró en la edad, observándose que al día 7 la frecuencia de come tendió a ser menor que al día 21, sin llegar a tener diferencias. Luego incrementa al día 42 y 56 respectivamente, sin tener diferencias significativas entre el día 42 y 56 (Figura 4). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En el comportamiento de rumia, la diferencia estadística se encontró en la edad. Se puede apreciar un aumento constante desde el día 7 hasta el día 42, manteniéndose posteriormente hasta el día 56 (Figura 4). En tratamiento, paridad, T*P, E*P y E*T no se encontraron diferencias significativas.

En el comportamiento bebe agua no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los efectos fijos.

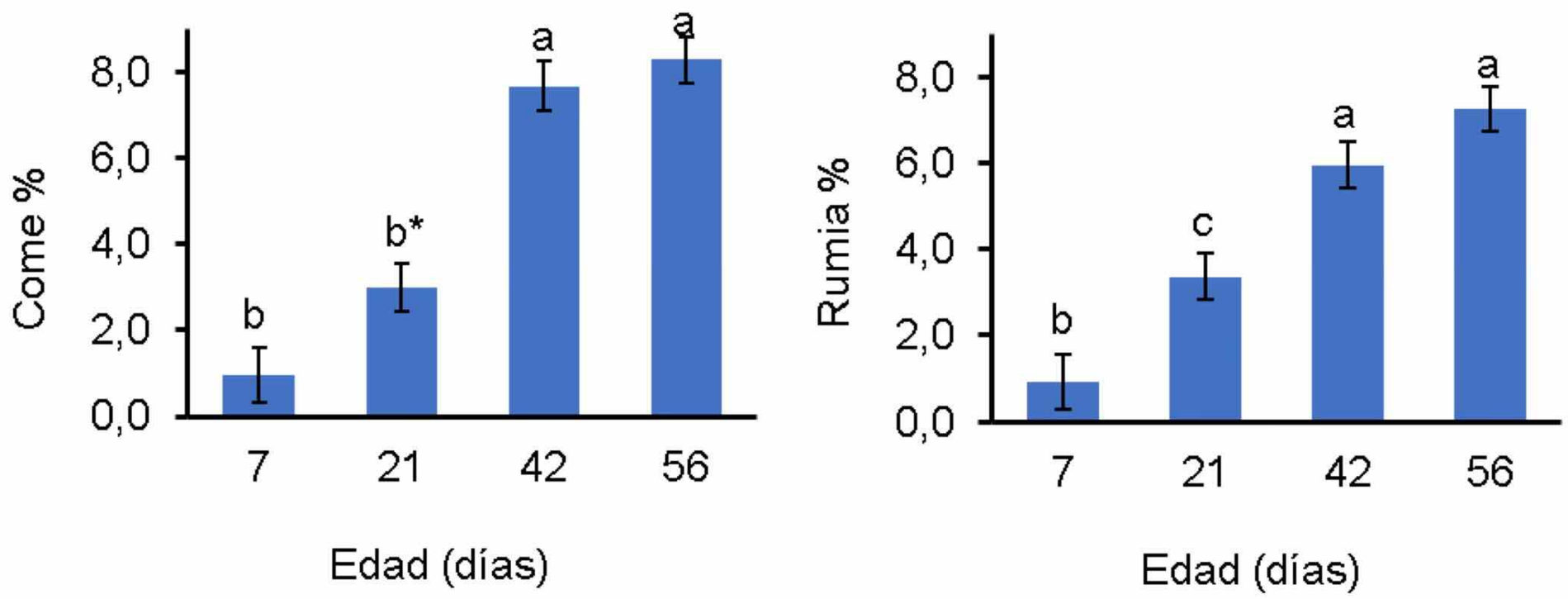


Figura 4: Frecuencia de comportamientos de come y rumia en terneros lecheros de acuerdo a su edad (días) durante la fase de cría. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre días (P<0,05), mientras que los asteriscos muestran tendencia (P<0,10).

El comportamiento de lame objeto se encontraron diferencias estadísticas en la edad, donde se nota que al día 7 fue donde se repitió en menor medida este comportamiento, luego al día 21 se da un aumento, el cual se sostiene hasta el día 42. Al día 56 la frecuencia del comportamiento lame objeto fue mayor que al día 7, sin

encontrar diferencias al compararlo con los días 21 y 42 (Figura 5). También se encontraron diferencias significativas en la interacción edad*paridad, donde la diferencia se dio entre el día 7 de los terneros hijos de vacas primíparas (2,59 ± 0,98%) y el día 21 de los terneros hijos de vacas multíparas (6,07 ± 0,66%). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En cuanto al comportamiento lame otro la diferencia estadística se da con la edad, donde se pudo ver que el aumento comienza al día 7 y se extiende hasta el día 42, para descender al día 56 (Figura 5). En los demás efectos fijos no se encontraron diferencias significativas.

Por último, en el comportamiento de autolamido se encontró una diferencia estadística entre los tratamientos, más precisamente entre el tratamiento con extractos vegetales (3,92 ± 0,23%) y el tratamiento con monensina (3,00 ± 0,25%). Entre los tratamientos control (3,38 ± 0,25%) y extractos vegetales como también control y monensina no se encontraron diferencias. Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

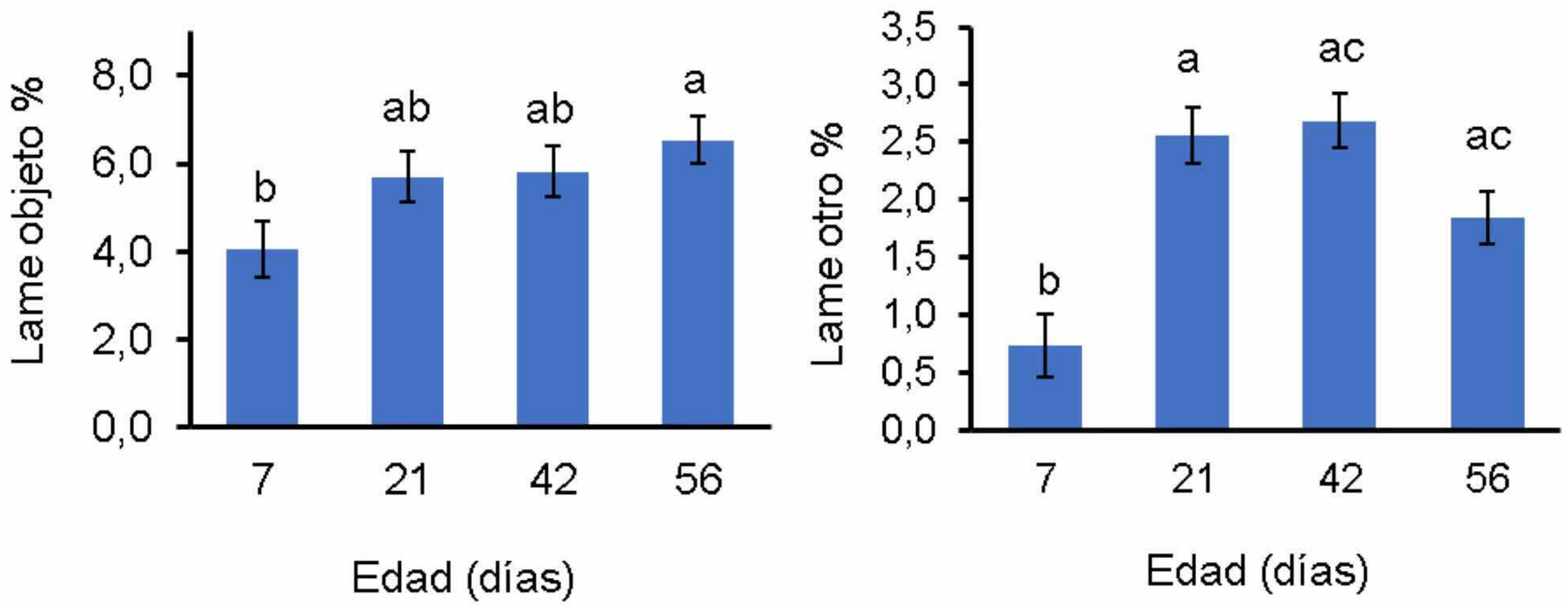


Figura 5: Frecuencia de comportamientos de lame objeto y lame otro en terneros lecheros de acuerdo a su edad (días) durante la fase de cría. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre días (P<0,05), mientras que los asteriscos muestran tendencia (P<0,10).

Peso

El peso se incrementó con la edad (p<0,0001), el cual aumentó desde el día 7 (41,58 ± 1,43 kg) al día 21 (45,12 ± 1,34 kg, p=0.049), y hasta el día 42 se mantuvo en aumento (56,33 ± 1,39 kg, p=<.0001). Entre el día 42 y 56 (58,60 ± 1,46 kg) no se encontraron diferencias en el peso de los terneros. No hubo efecto del tratamiento, paridad, tratamiento*paridad, edad*paridad, ni edad*tratamiento.

Medidas fisiológicas

En la frecuencia respiratoria se encontró una interacción significativa en tratamiento*paridad (p=0,03), esta se dio sólo en los hijos de vacas multíparas, donde el tratamiento CON (50,85 ± 4,71 rpm) fue mayor al tratamiento EV (31,18 ± 4,55 rpm). En los efectos fijos momento (p=0,06) el día 21 (41,54 ± 2,75 rpm) tendió a ser mayor que el día 42 (34,13 ± 2,79 rpm), mientras que en los otros momentos no se encontraron diferencias (día 7: 39,48 ± 3,19 rpm, día 56: 36,62 ± 2,75 rpm). En momento*paridad (p=0,07) se encontró una tendencia donde los hijos de vacas multíparas tendieron a ser mayor en el día 21 (47,15 ± 3,52 rpm) que en el día 42 (34,65 ± 3,60 rpm) y 56 (35,07 ± 3,53 rpm). En los demás efectos fijos no se

encontraron diferencia.

En la frecuencia cardiaca la diferencia estadística se encontró en la edad (p<0,0001), donde el día 7 (134,68 ± 4,24 lpm) presentó diferencias con el día 21 (106,96 ± 3,39 lpm), día 42 (114,39 ± 3,59 lpm) y día 56 (107,77 ± 3,56 lpm), mientras que entre los días 21, 42 y 56 no se encontraron diferencias. En el resto de los efectos fijos no se encontraron diferencias significativas.

En la temperatura superficial de la oreja no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los efectos fijos.

En la temperatura de narinas la diferencia estadística se encontró en la edad (p<0,0001), donde el día 7 (26,41 ± 0,85°C) y el día 21 (29,33 ± 0,68°C) no presentaron diferencias, pero si una tendencia (p=0,09). El día 7 y 21 tuvieron diferencias estadísticas con el día 42 (22,18 ± 0,70°C). El día 21 a su vez presento diferencias estadísticas con el día 42 y 56 (25,13 ± 0,71°C). Entre el día 7 y 56 no se encontraron diferencias estadísticas. Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura perianal la diferencia estadística se dio en la edad (p<0,0001), lo que se observo es que el día 21 (32,94 ± 0,39°C) presento diferencias con el día 7 (30,85 ± 0,48°C), día 42 (30,15 ± 0,41°C) y día 56 (30,02 ± 0,41°C) los cuales no presentaron diferencias entre ellos. Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura rectal la diferencia estadística se encontró en la edad (p=0,002), lo que se observa es que entre el día 21 (39,05 ± 0,11°C) y el día 56 (38,75 ± 0,12°C) no hay diferencias significativas, sin embargo, el día 21 presenta diferencias con el día 7 (38,50 ± 0,14°C), el día 42 (38,49 ± 0,12°C) y el día 56. Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

Cambio de alojamiento individual a colectivo (agrupamiento)

Comportamiento

En el comportamiento de parado, se encontraron diferencias significativas en el momento. Al día 14 (día anterior a ser agrupados) la frecuencia de estar parados fue menor que a los días 15 (día del agrupamiento) y 16 (día posterior al agrupamiento, Cuadro 3 y 4). Los demás efectos fijos no se afectaron esta variable.

Cuadro 3: Frecuencia de comportamientos en terneros lecheros durante el cambio de alojamiento individual a colectivo teniendo en cuenta el día 15 (agrupamiento), día 14 (pre agrupamiento) y día 16 (post agrupamiento) de los tratamientos control (CON), extractos vegetales (EV) y monensina (MON)

Comportamiento	CON	EV	MON	EEM	Trat	Momento	Paridad	T*P	M*P	M*T
Parado	38,3	40,5	39,9	3,12	0,9	<0,0001	0,4	0,5	0,8	0,9
Echado	59,0	56,5	57,3	3,11	0,9	<0,0001	0,2	0,5	0,7	0,9
Camina	0,6	0,8	0,7	0,17	0,9	<0,0001	0,004	0,9	0,02	0,4
Come	2,2	1,5	1,6	0,43	0,5	0,0007	0,4	0,8	0,3	0,6
Rumia	2,6	2,5	2,9	0,63	0,9	0,001	0,9	0,9	0,9	0,2
Bebe agua	0,002	0,002	0,004	0,001	0,3	0,5	0,4	0,2	0,02	0,6
Lame objeto	5,9	3,9	3,3	0,75	0,05	0,3	0,04	0,5	0,9	0,3
Lame otro	1,2	2,0	1,3	0,43	0,3	0,002	0,4	0,7	0,8	0,3
Auto lamido	3,7	4,1	3,1	0,57	0,5	0,2	0,5	0,1	0,2	0,5

CON: control. EV: extractos vegetales. MON: monensina. EEM: error estándar de la media. Trat:

Tratamiento. Mon: monensina. T*P: interacción tratamiento * paridad. E*P: interacción edad * paridad. E*T: interacción edad * tratamiento.

Cuadro 4: Resultados de las medias de los comportamientos de acuerdo con el momento, el día previo al agrupamiento (Pre-Agrup), el día del agrupamiento (Agrup) y el día posterior al agrupamiento (Post-Agrup)

Comportamiento	Pre-Agrup (d14)	Agrup (d15)	Post-Agrup (d16)	EEM
Parado (%)	30,6 b	46,4 a	41,8 a	2,72
Echado (%)	68,0 a	49,7 b	55,1 b	2,74
Camina (%)	0,00 b	1,22 a	0,98 a	0,17
Come (%)	1,40 b	0,92 b	3,01 a	0,40
Rumia (%)	4,44 a	1,80 b	1,65 b	0,60
Lame otro (%)	0,46 b*	1,57 a*	2,46 a	0,39

EEM: error estándar de la media. Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre momentos ($p<0,05$). Los asteriscos indican tendencias entre momentos.

En el comportamiento echado la diferencia significativa se encontró en el momento. Al día 14 la frecuencia de estar echados fue mayor que a los días 15 y 16, mientras que entre estos últimos no se encontraron diferencias. Los demás efectos fijos no afectaron esta variable (Cuadro 3). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En el comportamiento camina se encontraron diferencias en el momento y paridad ($p=0,004$). En el momento al día 14 los terneros caminaron menos que al día 15 y 16, mientras que entre estos últimos no se encontraron diferencias (Cuadro 4). En la paridad los terneros hijos de vacas multíparas (1,00 ± 0,13%) caminaron con mayor frecuencia que los hijos de vacas primíparas (0,41 ± 0,15%). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En el comportamiento de come se encontraron diferencias en el momento. Al día 14 y al día 15 los animales comieron menos que al día 16, mientras que entre los días 14 y 15 no se encontraron diferencias (Cuadro 4). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En el comportamiento de rumia se encontraron diferencias de acuerdo con el momento, se observa que entre el día 14 los animales rumiaron con mayor frecuencia que en el día 15 y 16. No hubo diferencias entre los días 15 y 16 (Cuadro 4). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

Dentro del comportamiento de lame objeto la diferencia estadística se dio de acuerdo con la paridad ($p=0,04$), donde las crías de vacas multíparas (5,30 ± 0,55%) demostraron más este comportamiento que las crías de vacas primíparas (3,46 ± 0,67%). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En el comportamiento lame otro la diferencia estadística se dio en el momento. Al día 14 los terneros demostraron menos esta acción que al día 15 y 16, mientras que entre el día 15 y 16 no se encontraron diferencias. Entre el día 14 y 15 existe una tendencia (Cuadro 4). En los demás efectos fijos con la metodología utilizada y en el momento realizado no afectaron esta variable.

En el comportamiento de autolamido no se encontraron diferencias en ninguno de los efectos fijos analizados.

Medidas fisiológicas

La frecuencia respiratoria fue afectada por el momento (p=0,03), aumentando desde previo al agrupamiento (32,09 ± 2,37 rpm) a posterior al agrupamiento (38,93 ± 2,24 rpm). En el resto de los efectos fijos como tratamiento, paridad, tratamiento*paridad, momento*paridad y momento*tratamiento no afectaron esta variable.

En la frecuencia cardiaca no se encontraron diferencias estadísticas de ninguno de los efectos fijos, solamente se encontró una tendencia en el momento (p=0,06), la cual se dio entre antes del agrupamiento (120,8 ± 2,78 lpm) y posterior al agrupamiento (114,5 ± 2,63 lpm).

En la temperatura de la oreja se encontraron diferencias estadísticas en el momento (p<0,0001) y en tratamiento*paridad (p=0,008): el tratamiento control de vacas primíparas (25,06 ± 0,88°C) fue menor que el tratamiento control de vacas multíparas (28,39 ± 0,71 °C). En el momento la diferencia estadística se dio previo al agrupamiento (24,50 ± 0,58°C) y posterior al agrupamiento (29,33 ± 0,55°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura de narinas la diferencia estadística se encontró en momento (p<0,0001) y tratamiento*paridad (p=0,01): en los hijos de vacas multíparas el tratamiento control (27,82 ± 0,74°C) fue mayor que el tratamiento con monensina (24,25 ± 0,72°C). En las demás interacciones de este efecto no hubo diferencias. En el momento la diferencia estadística se dio previo al agrupamiento (23,84 ± 0,60°C) y posterior al agrupamiento (28,68 ± 0,57°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura perianal la diferencia estadística se encontró en el momento (p<0,0001), esta se dio previo al agrupamiento (30,42 ± 0,31°C) y posterior al agrupamiento (33,41 ± 0,30°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura rectal la diferencia estadística se encontró en el momento (p<0,0001), encontrándose un aumento desde previo al agrupamiento (38,59 ± 0,08°C) a posterior al agrupamiento (39,08 ± 0,08°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

Descorne y castración

Comportamiento

Durante el descorne y la castración no se encontraron diferencias estadísticas en los comportamientos entre los tratamientos, en la interacción momento*paridad y en la interacción momento*tratamiento (Cuadro 5).

En el comportamiento de parado no se encontraron diferencias significativas en las interacciones TxP, MxP, MxT, mientras que si se encontraron diferencias respecto a el momento (p<0,0001) y una tendencia en la paridad (p=0,05, Cuadro 5). El d-1 (día previo al descorne y castración) los terneros estuvieron más frecuentemente parados que el d0 (día del descorne y castración) y el d1 (día posterior al descorne y castración, Cuadro 6). Con respecto a la paridad los terneros hijos de vacas multíparas (42,4 ± 2,26 %) tendieron a estar más parados que los hijos de vacas primíparas (35,4 ± 2,74 %).

En el comportamiento echado se encontraron diferencias en el momento y la paridad (p=0,04). Con respecto al momento la diferencia estadística se dio entre el d-1 donde

repitieron menos este comportamiento que el d0, mientras que entre el d0 y el d1 (Cuadro 6) no se encontraron diferencias. Respecto a la paridad, las crías de vacas primíparas (62,17 ± 2,76%) fue más frecuente este comportamiento que los de las vacas multíparas (54,72 ± 2,27%). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

Cuadro 5: Frecuencia de comportamientos en terneros lecheros durante el descorne y castración (d-1, d0, d1) de los tratamientos control (CON), extractos vegetales (EV) y monensina (MON).

Comportamiento	CON	EV	MON	EEM	Trat	Momento	Paridad	T*P	M*P	M*T
Parado	36,2	41,3	39,1	3,08	0,5	<0,0001	0,05	0,4	0,7	0,8
Echado	60,1	56,6	58,7	3,10	0,7	0,0003	0,04	0,6	0,6	0,6
Camina	1,4	1,8	1,6	0,22	0,5	<0,0001	0,6	0,3	0,8	1,0
Come	4,8	6,5	5,3	0,42	0,7	0,004	0,6	0,4	0,8	1,0
Rumia	3,7	5,3	4,9	0,96	0,5	0,2	0,5	0,08	0,9	0,7
Bebe agua	-0,3	0,1	-0,3	0,26	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,1
Lame objeto	1,8	1,9	1,9	0,16	0,4	0,2	0,1	0,8	0,9	0,9
Lame otro	2,8	3,3	2,5	0,63	0,7	0,001	0,2	0,2	0,4	1,0
Autolamido	3,7	4,3	3,2	0,57	0,4	0,3	0,6	1,0	0,6	0,3

CON: control. EV: extractos vegetales. MON: monensina. EEM: error estándar de la media. Trat: Tratamiento. Mon: monensina. T*P: interacción tratamiento * paridad. E*P: interacción edad * paridad. E*T: interacción edad * tratamiento.

Con respecto al comportamiento camina, el único efecto fijo que presentó efecto fue momento. Al d-1 y d0 los terneros caminaron más que al d1. Entre el d-1 con el d0 no se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 6).

Cuadro 6: Resultados de las medias de los comportamientos al descorne y castración de acuerdo con el momento, el día previo al manejo (d-1), el día del descorne y castración (d0) y el día posterior al mismo (d1)

Comportamiento	d -1	d 0	d 1	EEM
Parado (%)	48,98 a	35,38 b	32,31 b	2,76
Echado (%)	49,12 b	64,21 a	62,00 a	2,79
Camina (%)	1,83 a	1,94 a	0,99 b	0,18
Come (%)	6,61 a	7,26 a	2,69 b	1,19
Lame otro (%)	4,75 a	2,19 b	1,70 b	0,61

d-1: Dia previo al descorne y castración. d0: día del descorne y castración. d1: día posterior al descorne y castración. EEM: error estándar de la media. Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre momentos ($p<0,05$)

Lo mismo sucede con el comportamiento come, la diferencia estadística se encontró en el momento. Los terneros el d-1 y el d0 realizaron este comportamiento en mayor medida sin tener diferencia entre ellos, estos días mencionados sí presentaron diferencia con el d1 (Cuadro 6). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

Siguiendo con el comportamiento lame otro, la diferencia estadística se dio en el momento, al d-1 los animales repitieron más este comportamiento que al d0 y d1, entre estos últimos dos no se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 6). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En el comportamiento rumia, bebe agua, lame objeto y auto lamido no se encontró ninguna diferencia significativa en los distintos efectos fijos.

Medidas fisiológicas

En la frecuencia respiratoria se encontraron diferencias estadísticas en el momento (p=0,0001). Lo que se observó es que en el d-1 (día anterior al descorne y castración, 32,6 ± 2,79 rpm) y el T0 (momento previo al descorne y castración, 34,15 ± 2,72 rpm) la frecuencia respiratoria fue menor que en el T90 (90 minutos posteriores al descorne y castración, 46,24 ± 2,76 rpm) donde los animales aumentaron su frecuencia respiratoria. En el resto de los efectos fijos tales como tratamiento, paridad, sexo y momento*sexo no tuvieron efecto. La frecuencia cardiaca no presentó diferencias significativas en ninguno de sus efectos fijos.

La temperatura de la oreja presentó diferencias en el efecto fijo momento (p<0,0001), donde en el d-1 (28,27 ± 0,72°C) la temperatura estaba más elevada que en T0 (26,17 ± 0,75°C) donde esta disminuyó, volviendo a elevarse al T90 (30,90 ± 0,75°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

La temperatura de narinas presentó diferencias significativas en momento (p<0,0001), en el d-1 (27,8 ± 0,86°C) la temperatura estuvo más elevada que al T0 (24,60 ± 0,89°C), pero luego vuelve a aumentar al T90 (30,36 ± 0,89°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura perianal la diferencia estadística se encontró en el efecto fijo momento (p<0,0001), al d-1 (32,31 ± 0,56°C) la temperatura se encontró más elevada que al T0 (30,38 ± 0,58°C), para luego volver a aumentar al T90 (32,74 ± 0,58°C). Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

En la temperatura rectal las diferencias estadísticas se encontraron en los efectos fijos de momento (p<0,0001) y sexo (p=0,0272). En momento al d-1 (39,04 ± 0,07) la temperatura estuvo más elevada que al T0 (38,27 ± 0,08). Después al T90 (38,88 ± 0,08) vuelve a aumentar. Los demás efectos fijos no afectaron esta variable.

Concentraciones de cortisol en suero

Los efectos fijos de tratamiento y paridad no fueron significativos. El momento (p=0,002), fueron los efectos significativos. Comenzando por el efecto momento, al T0 (1,46 ± 0,17 µg/L) antes de comenzar con la maniobra de descorne y castración comparándolo con el T60 (60 minutos posteriores al descorne y castración, 2,05 ± 0,17 µg/L), se encontró que se da un aumento del cortisol, la cual tiende a disminuir al minuto 90 (1,67 ± 0,18 µg/L).

Respecto al efecto sexo, lo que encontramos es que hay una diferencia significativa entre machos y hembras, donde los machos tuvieron mayores concentraciones de cortisol por la castración y el descorne, que las hembras (2,13 ± 0,18% vs 1,32 ± 0,20%, p=0.005, respectivamente) las cuales solo fueron descornadas. El desmochado es un procedimiento estresante y doloroso, ya que, causa un aumento en la concentración plasmática de cortisol (Ramon et al.,2022). La castración cualquiera sea la técnica utilizada es un procedimiento doloroso y estresante, este debe realizarse mediante el uso de analgesia y anestesia para así mitigar el dolor (del campo, 2014). Ambos autores concluyen que tanto la castración y el desmochado son procesos dolorosos, si a esto le sumamos que en nuestro experimento se realizaron en forma conjunta explica el resultado obtenido de que en los machos la concentración de cortisol fue mayor comparado a las hembras.

En la interacción momento*sexo, se encontró que en los machos (descorne y

castración) el cortisol aumentó desde el momento 0 (1,50 ± 0,23 µg/L) al 60 (2,67 ± 0,23, p<0,0001 µg/L), lo que no sucedió en las hembras. Además, al momento 60 se encontró que los machos (descorne y castración, 2,67 ± 0,23 µg/L) tenían mayores concentraciones de cortisol que las hembras (descorne, 1,43 ± 0,26 µg/L). También se encontró que los machos al momento 60 (2,67 ± 0,23 µg/L) presentaron mayores concentraciones de cortisol que las hembras al momento 90 (1,13 ± 0,23 µg/L). Por último, se encontró una tendencia entre el momento 0 de las hembras (1,41 ± 0,26 µg/L) y el momento 60 de los machos.

DISCUSIÓN (15)

Basándonos en nuestros resultados encontramos que los tratamientos con aditivos en las madres durante el preparto, no influyeron en el desempeño de los terneros dado que al compararlos con el grupo control no encontramos diferencias significativas. Al no existir diferencias importantes entre grupos con respecto al crecimiento las variables fisiológicas y los comportamientos. Se encontró que en el efecto fijo momento*tratamiento no hubo diferencias estadísticas en ninguno de los tres momentos estudiados, que fueron el desempeño durante toda la fase de cría, el agrupamiento y el descorne y castración. Por otra parte, dentro de lo comportamental y fisiológico sí encontramos diferencias según los momentos estudiados, en la mayoría de los casos las diferencias se dieron en la edad o momento, en los demás efectos fijos también se encontraron diferencias, pero en menor escala que el anteriormente nombrado.

Desempeño durante toda la fase de cría

Al comparar los comportamientos de echado, parado y camina con los días de edad, nuestros resultados muestran que a los 7 días los animales estuvieron mayormente echados. Siguiendo con los días 21 y 42 observamos que ocurre lo contrario, los animales comienzan a aumentar respectivamente con los días el comportamiento de estar parados y caminar y disminuye el comportamiento de echado. En el día 56 hay un leve cambio nuevamente, donde los animales disminuyen levemente el comportamiento de parado y caminar y aumenta nuevamente el comportamiento de echado. Estos resultados son similares a los que obtuvo Hanninen et al. (2005), donde se confirmó que la edad tiene correlación directa con el comportamiento de estar parado o echado, sugiriendo que los terneros a mayor edad suelen estar más parados. Por otro lado, Liu et al. (2020) encontraron que hasta los 63 días de edad la frecuencia de estar echado disminuyó, luego de los 63 días la frecuencia de estar echados aumentó, mientras que en el comportamiento de estar parados encontraron una relación inversa. Estos comportamientos son influenciados por la edad de los terneros, como también por el efecto de la alimentación, además, los terneros alojados en grupo son más propensos a la exploración y esto lleva a que busquen más el comedero, por ende, aumentando la actividad de estar parados y caminar (Nikkhah & Alimirzaei, 2023).

Con respecto a los comportamientos de comer y rumiar en ambos se observó que a medida que iban pasando los días y aumentando la edad, los animales fueron aumentando la frecuencia con que desarrollaban estos comportamientos, lo que es esperable en estos animales debido al periodo de desarrollo en que se encuentran. Babu et al. (2004) y Phillips (2004) encontraron resultados similares en los terneros que estaban agrupados, los cuales pasaban mayor tiempo comiendo alimentos sólidos con consumos de materia seca relativamente más grande. Esto es esperable dado que estos terneros están transitando un cambio de ser lactantes a rumiantes, trayendo consigo cambios a nivel del tamaño del abomaso y rumen. Este cambio está influenciado por la suplementación de concentrado a temprana edad en los terneros. (Spina et al., 2023).

En los comportamientos de lame objeto y lame otro lo que observamos es que en ambos comportamientos al día 7 se expresa en menor medida, luego para el día 21 y 42 se da un aumento también en ambos sin tener mayores diferencias entre sí. Para el día 56 en lame objeto aumenta sin llegar a tener diferencia y en lame otro disminuye, pero tampoco llega a ser estadísticamente diferente. Lo que se puede observar es que

a medida que los terneros fueron creciendo, se daban más estos comportamientos. Esto puede estar relacionado a falta de leche a la hora de ser alimentados o de ración en los comederos, como también puede estar relacionado a la succión cruzada post ingesta. También existe un comportamiento natural que se da durante 20 minutos post ingesta, el cual consiste en que los terneros continúan con el comportamiento de mamar, cumpliendo con la función de promover el efecto de saciedad y también estimular la digestión (Nikkhah & Alimirzaei, 2023).

Bokkers & Koene (2001) informaron que la mayoría de los terneros, independientemente del tamaño del grupo, manipulaban objetos antes y después de la alimentación con leche. Estos comportamientos se pueden considerar como buenos indicadores de salud general (Babu & Arave, 1997). También el aumento de estas actividades puede deberse al bienestar en el campo social (Babu et al., 2004). Este comportamiento se puede disminuir si se dispone de enriquecimiento ambiental, por ejemplo, corrales espaciosos, tetinas extras en el corral, rascadores, entre otros, para así tratar de mitigar el aburrimiento y la succión cruzada (Nikkhah & Alimirzaei, 2023).

Con respecto al peso corporal como es lo esperado a medida que fueron creciendo el peso fue aumentando. Al día 7 y 21 no se encontró un gran aumento de peso (3,6 kg), lo que si se da en los días 42 y 56 (11,1 y 13,4 kg respectivamente) donde el peso aumenta significativamente. Esto coincide con lo reportado por el trabajo de Juliano et al. (2016) en el cual se evaluó la respuesta productiva de terneros de la raza Holstein durante los primeros 60 días de vida, con pesadas cada 21 días y los resultados concluyeron en que la ganancia de peso vivo (kg/d) se dio en mayor medida entre los 46-59 días de vida.

En la frecuencia cardíaca lo que se observa es que al día 7 los animales presentaron los valores más altos, esto está relacionado al estrés debido a la separación de la madre y el ingreso a la guachera. Luego en los días 21, 42 y 56 disminuyeron significativamente con respecto al día 7. Resultados similares obtuvieron Silva et al. (2016), en un trabajo realizado con terneros Holstein en un periodo de 60 días de estudio donde midieron distintas medidas fisiológicas, en la cual se encuentra la frecuencia cardiaca donde sus resultados fueron parecidos a los que se encontraron en nuestro trabajo, donde en el primer periodo de su estudio que va del día 1 al 6 encontraron los valores más altos de FC al igual que en este estudio. Luego también encontraron una disminución gradual hasta los días 25-30, en los días 31-36 se dio un pico que luego se reguló gradualmente para mantenerse estable hasta el fin del estudio. Estos autores lo que concluyen es que los primeros días de vida del animal son los más críticos para la adaptación cardiaca, aunque los valores se encontraron de igual manera que relatan otros trabajos como la revisión de la literatura realizada por Mee (2008), en la cual indica que la variación de la frecuencia cardiaca media de terneros en las primeras horas de vida es de 100 a 150 lpm, lo que concuerda con nuestros resultados. También Marai et al. (1999) asocian estas alteraciones a los factores intrínsecos como las respuestas al ejercicio, excitación, miedo o condición fisiológica.

Cambio de alojamiento individual a colectivo (agrupamiento)

Al analizar los resultados de parado, echado y camina lo que se observa es que en el d-1 los animales estuvieron más frecuentemente echados con respecto al estar parados y caminar, lo que cambia rotundamente a partir del d0 y del d1, donde los animales aumentaron significativamente los comportamientos de caminar y estar

parados respecto al estar echados. Lo que interpretamos de esto es que el agrupamiento motivó a los animales a interactuar entre ellos, cosa que antes en el alojamiento individual estaban más limitados, por esto el aumento de esos comportamientos. Esto concuerda con el trabajo de Jensen & Kyhn (2000), el cual demuestra que cuando a los terneros que están siendo criados individualmente se les proporciona un espacio abierto, demuestran en mayor medida conductas de juego como correr, caminar, saltar e interacciones entre ellos. También en el trabajo realizado por Bertelsen & Jensen (2019), en el cual agruparon terneros y luego se los alojo individualmente, durante el alojamiento individual los terneros tenían acceso a un espacio libre durante 45 minutos por 2 días. Después de esto se los privo de este espacio durante 0 o 4 días. Los terneros que fueron privados durante 4 días participaron en más comportamientos de locomoción que los que nunca fueron privados.

En los comportamientos de comer y rumiar lo que se observa es que los animales comieron menos en el d-1, y d0, siendo este último el día en que menos comieron, y comieron más en el d1. Sin embargo, rumiaron más en el d-1 que en el d0 y d1 donde este comportamiento se dio en menor frecuencia. De esto se interpreta que al estar en el alojamiento individual los animales estaban más echados por lo tanto la rumia se daba en mayor manera, esto coincide con lo que dice Babu et al. (2004) donde observaron que los terneros efectuaban más la rumia cuando estaban echados, y que se daba más luego de la alimentación con leche. Luego al pasar al alojamiento colectivo en el d0 estos disminuyeron aún más el comportamiento de comer debido a la interacción entre ellos y la curiosidad por la novedad de su situación. En relación a esto se ha reportado que terneros alojados en grupos muestran mayor flexibilidad conductual y mayor facilidad de adaptarse a estímulos novedosos (De Paula Vieira et al., 2012). Ya para el d1 aumento el comportamiento de comer. Los terneros en alojamiento en grupo aumentan la ingesta de alimentos dado el aprendizaje social (Costa et al., 2016). También se ha reportado que la exposición temprana a la competencia por el alimento en los teneros aumenta el consumo (Miller-Cushon et al., 2014). De Paula Vieira et al. (2010) observaron que los terneros en parejas visitaban los comederos con más frecuencia, pasaban más tiempo y comenzaban a comer concentrado más rápido que los terneros alojados individualmente.

En el comportamiento de lame otro lo que se observó es que en el d-1 los animales no demostraron tanto este comportamiento, lo que sí ocurrió a partir del d0 y se mantuvo en el d1. Esto se debe naturalmente a que en el d-1 los animales estaban en alojamiento individual a estaca por lo tanto no tenían tanto esta posibilidad, y luego en el alojamiento colectivo ya no tenían esa limitante, a esto se le suma la curiosidad y la interacción entre ellos. Este resultado también lo observaron Duve & Jensen (2011) donde los terneros criados en parejas pasaron más tiempo olfateándose y lamiéndose mutuamente una vez reunidos luego de haber sido separados en comparación con terneros criados individualmente.

En la frecuencia respiratoria lo que se observó es que los valores aumentaron significativamente después del agrupamiento. Dentro de las temperaturas, tanto la temperatura de oreja, narinas, perianal y rectal, en todas se encontró un aumento luego del agrupamiento colectivo. Esto podría ser por la novedad del alojamiento colectivo ya que estos tenían más espacio y podían interactuar más en modo de juego, como se reportó en el comportamiento de caminar luego del agrupamiento. Los resultados reflejan que los terneros podían expresar completamente sus comportamientos luego del agrupamiento, lo que demuestra que podrían tener un

mejor bienestar animal (Estévez et al., 2007).

Descorne y castración

En el descorne y castración (orquiectomía a vaginal abierta) los animales estuvieron más parados el d-1, caminaron más el d-1 y el d0 y estuvieron más echados el d0 y el d1. Esto lo interpretamos debido a que después que se efectuaron los procedimientos quirúrgicos los animales estaban con dolor, a pesar de que se le administro un analgésico que está indicado para reducir el dolor durante 72 horas (Meloxicam). Cui et al. (2024) informaron en un trabajo realizado con terneros de 13 días de edad que 4 horas posteriores al descorne con hierro caliente estos terneros redujeron notablemente el tiempo que estuvieron echados, esto acompañado de sacudida y rascado de cabeza, movimiento de orejas y otras actitudes de molestia, cabe recalcar que en este trabajo no se utilizó ningún analgésico. Según un trabajo realizado en terneros Hereford de un mes de edad con distintas técnicas de castración empleadas, como pinza de Burdizzo, anillos de goma, cuchillo tradicional, cuchillo y antinflamatorio, cuchillo con analgesia y anestesia local. La anestesia y analgesia disminuyen el dolor en las primeras 24 horas post castración, aunque no llegan a omitirlo totalmente. Esto se vio reflejado en la ausencia de comportamientos asociados al dolor a la hora de realizado el tratamiento, siendo estos comportamientos el estar parado, encorvado o en decúbito lateral, a diferencia de aquellos terneros a los que se les realizó tratamiento con cuchillo sin sedación y goma. Además, los terneros tratados con anestesia y analgesia mamaron más que los otros (del Campo, 2014). Otro estudio encontró que en terneros de dos meses de edad que a las 2 a 4 horas de castrados a cuchillo (sin anestesia ni analgesia), éstos dedicaron más tiempo a estar parados y caminando y menos tiempo a comer y estar echados comparado a los terneros castrados con goma (Meléndez et al., 2017).

En el comportamiento de comer se observa que en el d-1 y en el d0 los animales comieron más que el d1. Esto probablemente debido a que en el día posterior a los procedimientos quirúrgicos ya sin el efecto analgésico los animales sentían más dolor y disminuyeron la ingesta. Los animales posteriormente a la castración están más agitados, reducen la ingesta de alimento y la rumia (Molony et al., 1995). Una alternativa podría ser realizar una castración más temprana (a la semana de vida), ya que a esta edad los terneros expresan menos comportamientos relacionados al dolor cuando se compara con la castración a los dos meses (Meléndez et al., 2017). Además, siempre es recomendable usar analgesia y anestesia independientemente de la edad.

En la frecuencia respiratoria lo que se observa es que hubo un aumento significativo en el T90, comparado con el T0 y d-1 en los cuales fue menor, debido al estrés por el dolor de los procesos quirúrgicos, por los cuales los animales están más agitados (Molony et al., 1995). En diferentes trabajos realizados por Dockweilery et al. (2013), del campo (2014), Meléndez et al. (2017) concluyen que el cortisol plasmático aumenta post cirugía independientemente de la técnica, demostrando que siempre está presente el estrés y el dolor agudo. También concluyen en que a menor edad de castración o descorne es mayor la inmadurez fisiológica de los terneros por lo tanto será menor el grado de cortisol en sangre. En una comparación realizada con terneros de 6 meses y terneros de 1,5 meses, se observó que los de mayor edad mostraron valores mucho más elevados de cortisol que los de menor edad. En el trabajo realizado por Meléndez et al. (2017) observaron que los terneros castrados a cuchillo presentaron mayores concentraciones de cortisol comparados con el grupo control

(sin castración) 120 minutos post castración. Otros trabajos realizados encontraron que las concentraciones máximas de cortisol se dieron una hora posterior a la castración en terneros de 4 a 11 semanas de edad (Fell et al., 1986) y entre los 60 a 90 minutos posteriores a la castración en terneros de 2 a 4 meses de edad (Stafford et al., 2002).

Aunque los distintos tratamientos no influenciaron en los comportamientos y medidas fisiológicas de los terneros, lo que si pudimos observar es que el alojamiento en grupo favoreció a las conductas relacionadas con el bienestar animal. En la fase de cría podemos decir que los terneros cumplieron con lo esperado según la edad en los distintos comportamientos. Luego en el agrupamiento también se observa lo esperado, el aumento de la locomoción, estar más tiempo parados, el aumento en la cantidad de tiempo dedicado a comer y la frecuencia respiratoria, permiten interpretar que el agrupamiento favorece al bienestar animal. Por último, en el descorne y castración podemos concluir que la anestesia y analgesia cumplen un papel importante para mitigar el dolor, pero aun así no logra anular en su totalidad el dolor agudo y el estrés provocado por la maniobra.

CONCLUSIÓN (16)

Se concluye que el uso de aditivos en las vacas al final de la gestación no afectó los parámetros fisiológicos y comportamentales de las crías desde el nacimiento hasta los dos meses de vida. En el plazo desde la separación de la madre hasta los dos meses de edad los terneros de ambos grupos no manifestaron diferencias entre ellos entre semanas, ni en momentos críticos como, por ejemplo, al pasar de cría individual a colectiva o al realizarse castración y descorne, así como tampoco hubo diferencias entre los grupos de tratamientos por la paridad de sus madres.

La única diferencia hallada durante toda la fase de la cría fue entre los tratamientos con monensina y extractos vegetales en el comportamiento de auto lamido, mientras que no se encontraron diferencias entre tratamientos ni en el agrupamiento, ni en descorne y castración. Por lo demás, la mayoría de las diferencias significativas comportamentales y fisiológicas fueron halladas entre edades y momentos, salvo puntuales excepciones, pero no entre tratamientos con monensina o extractos vegetales.

REFERNCIAS BIBLIOGRAFICAS (17)

Adrien, M. L., Mattiauda, D. A., Artegoitia, V., Carriquiry, M., Motta, G., Bentancur, O., & Meikle, A. (2012). Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters. *Animal: an international journal of animal bioscience*, *6*(2), 292–299. https://doi.org/10.1017/S175173111100142X

Albright, J. L., Arave, C. W., & C.A.B. International. (1997). *The behaviour of cattle*. CAB International.

Alcázar, E., Martínez, S., Madrid, J., Larrosa, P., & Hernández, F. (2018). Desafíos para la salud de las vacas durante el periodo de transición. Uso de monensina. *Anales de Veterinaria de Murcia*, *34*, 7–16. https://doi.org/10.6018/analesvet.331171.

Alexander, G., Stevens, D., & Bradley, L.R., (1988). Maternal behavior in ewes following cesarean-section. *Applied Animal Behaviour Science*, *19*, 273–277. https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90008-1

Alonso-Spilsbury, M., Mota-Rojas, D., Villanueva-García, D., Martínez-Burnes, J., Orozco, G.H., Ramírez Necoechea, R., Lopez Mayagoitia, A., & Trujillo-Ortega, M.E. (2005). Perinatal asphyxia pathophysiology in fetal and human neonate: a review. *Animal Reproduction Science*, *90*(1-2), 1-30. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.007.

Andreo, N. (2008). *Cría y recría del ganado lechero. XXI Curso Internacional de lechería Fepale.* Santa Fe.

Arancibia Berríos, R. (2009). Manejo del ternero recién nacido. *TecnoVet*, *15*(1) https://revistas.uchile.cl/index.php/RT/article/view/15927

Arieli, A., Vallimont, J.E., Aharoni, Y., & Varga, G.A., (2001). Monensin and growth hormone effects on glucose metabolism in the prepartum cow. *Journal of Dairy Science, 84*(12), 2770-2776. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74731-5

Azzam, S. M., Kinder, J. E., Nielsen, M. K., Werth, L. A., Gregory, K. E., Cundiff, L. V., & Koch, R. M. (1993). Environmental effects on neonatal mortality of beef calves. *Journal of animal science*, *71*(2), 282–290. https://doi.org/10.2527/1993.712282x

Babu, L.K., Pandey, H.N., & Sahoo, A. (2004). Effect of individual versus group rearing on ethological and physiological responses of crossbred calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 87(3-4), 177-191. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.01.006

Barrier, A. C., Ruelle, E., Haskell, M. J., & Dwyer, C. M. (2012). Effect of a difficult calving on the vigour of the calf, the onset of maternal behaviour, and some behavioural indicators of pain in the dam. *Preventive veterinary medicine*, *103*(4), 248–256. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.09.001

Bengtsson, B., Menzel, A., Holtenius, P., & Jacobsson, S.O. (1996). Cryosurgical dehorning of calves: a preliminary study. *Veterinary Record*, 138(10), 234-237. https://doi.org/10.1136/vr.138.10.234

Bergen, W. G., & Bates, D. B. (1984). Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of animal science*, *58*(6), 1465–1483. https://doi.org/10.2527/jas1984.5861465x

Bertelsen, M., & Jensen, M.B. (2019). Does dairy calves' motivation for social play behaviour build up over time? *Applied Animal Behaviour Science*, *214*, 18-24. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.02.017

Besser, T. E., Garmedia, A. E., McGuire, T. C., & Gay, C. C. (1985). Effect of colostral immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of dairy science*, *68*(8), 2033–2037. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81065-1

Besser, T. E., & Gay, C. C. (1994). The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, *10*(1), 107–117. https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30591-0

Besser, T. E., Szenci, O., & Gay, C. C. (1990). Decreased colostral immunoglobulin absorption in calves with postnatal respiratory acidosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *196*(8), 1239–1243. Recuperado de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2110124/

Bokkers, E. A. M., & Koene, P. (2001). Actividad, comportamiento oral y datos de sacrificio como indicadores de bienestar en terneros de engorde: una comparación de tres sistemas de alojamiento. *Applied Animal Behaviour Science*, *75*,1–15.

Bretschneider, G. (2009). Beneficios del uso de monensina en la alimentación del ganado para carne, leche y cría. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, *10* (10). https://www.redalyc.org/pdf/636/63617128021.pdf

Brignole, T. J., & Stott, G. H. (1980). Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. *Journal of dairy science*, *63*(3), 451–456. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82952-3

Broom, D. M. (1986). Indicators of poor welfare. *The British veterinary journal*, *142*(6), 524–526. https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0

Brown, E. G., VandeHaar, M. J., Daniels, K. M., Liesman, J. S., Chapin, L. T., Keisler, D. H., & Weber Nielsen, M.S. (2005). Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. *Journal of Dairy Science*, *88*(2), 585-594. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72722-3

Bruckmaier, R. M., & Gross, J. J. (2017). Lactational challenges in transition dairy cows. *Animal Production Science*, *57*(7), 1471-1481. https://doi.org/10.1071/AN16657

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *International journal of food microbiology*, *94*(3), 223–253. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022

Carreras, H. (2012). Consideraciones generales para la crianza artificial de terneros en el tambo. https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2014/10/CONSIDERACIONES-GENERALES-PARA-LA-CRIANZA-ARTIFICIAL-DE-TERNEROS-EN-EL-TAMBO.pdf

Caffarena, R. D., Casaux, M. L., Schild, C. O., Fraga, M., Castells, M., Colina, R., Maya, L., Corbellini, L. G., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2021). Causes of neonatal calf diarrhea and mortality in pasture-based dairy herds in Uruguay: a farm-matched case-control

study. *Brazilian journal of microbiology*, *52*(2), 977–988. https://doi.org/10.1007/s42770-021-00440-3

Carstens, G. E. (1994). Cold thermoregulation in the newborn calf. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, *10*(1), 69–106. https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30590-9

Chao, S. C., Young, D. G., & Oberg, C. J. (2000). Screening for Inhibitory Activity of Essential Oils on Selected Bacteria, Fungi and Viruses. *Journal of Essential Oil Research*, *12*(5), 639–649. https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712177

Channer, B., Matt, S. M., Nickoloff-Bybel, E. A., Pappa, V., Agarwal, Y., Wickman, J., & Gaskill, P. J. (2023). Dopamine, Immunity, and Disease. *Pharmacological reviews*, *75*(1), 62–158. https://doi.org/10.1124/pharmrev.122.000618

Chilibroste, P., Soca, P. & Mattiauda, D. (2012). Estrategias de alimentación en Sistemas de Producción de Leche de base pastoril. En: *Pasturas 2012 : Hacia una ganadería competitiva y sustentable.* INTA. pp. 91-100.

Chua, B., Coenen, E., Van, D. J., & Weary, D. M. (2002). Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *Journal of dairy science*, *85*(2), 360–364. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(02)74082-4

Cobb, C.J., Obeidat, B.S., Sellers, M.D., Pepper-Yowell, A.R., & Ballou, M.A. (2014). Group housing of Holstein calves in a poor indoor environment increases respiratory disease but does not influence performance of leukocyte responses. *Journal of Dairy Science*, *97*(5), 3099–3109. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7823

Conti, G., Gallardo, M., Galarza, R., & Gregoret, R. (2004). Apueste todo al balance. *Infortambo*, *186*, 84- 86.

Cooke, R. F. (2019). Effects on Animal Health and Immune Function. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *35*(2), 331–341. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.02.004

Cossins, A.R., & Bowler, K. (1987). *Temperature Biology of Animals*. Chapman and Hall. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3127-5

Costa, J.H.C., von Keyserlingk, M.A.G., & Weary, D.M. (2016). Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance, and health. *Journal of Dairy Science*, *99*(4), 2453-2467. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10144

Coverdale, J. A., Tyler, H. D., Quigley, J. D., & Brumm, J. A. (2004). Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of dairy science*, *87*(8), 2554–2562. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73380-9

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, *12*(4), 564–582. https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564

Cui, W., Liu, M., Gu, T., Zhao, S., & Yin, G. (2024). Multi-dimensional evaluation of pain response in low day-age calves to two types of dehorning. *Animal Behavior and Welfare*, 11. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1406576

Curtis, C.R., Hollis, N.E., Sniffen, C.J., Smith R.D., & Kronfeld, D.S. (1985) Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in

dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 68(9), 2347-2360. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)81109-7.

Da Silva, R. G. (2012). Weather and climate and animal production. En *Guide to Agricultural Meteorological Practices.* (Vol. 134. Pages 1–21) World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

Davis, C. L., & Drackley, J. K. (1998). *The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf*. Iowa State University Press.

Davis, C., & Drackley, J. (2001). *Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven*. Buenos Aires: Inter-medica.

Demateis-Llera, F., Martínez, G. M., Otero, A., López-Seco, E., & Suárez, V. H. (2022). Condiciones de alojamiento de los terneros en crianzas artificiales de tambo y su relación con el estrés por frío. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias, 21.* https://doi.org/10.14409/favecv.2022.0.e0007.

De Paula Vieira, A., Von Keyserlingk, M.A.G., & Weary, D.M. (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, *93*(7), 3079-3085. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2516

De Paula Vieira, A., de Passillé, A. M., & 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. https://doi.org/10.3168/jds.2011-5073

Devery-Pocius, J. E., & Larson, B. L. (1983). Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostral immunoglobulins. *Journal of dairy science*, *66*(2), 221–226. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81780-9

De Wilt, J. G., (1986). Behaviour of veal calves in individual crates and in group pens. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 34, 233-235

Dobrinski, I., Aurich, J. E., Grunert, E., & Hoppen, H. O. (1991). Endogene opioide Peptide beim Rind während Trächtigkeit, Geburt und Neugeborenenphase [Endogenous opioid peptides in cattle during pregnancy, birth and the newborn period]. *Deutsche tierarztliche Wochenschrift*, *98*(6), 224–226. PMID: 1889365

Dockweiler, J. C., Coetzee, J. F., Edwards-Callaway, L. N., Bello, N. M., Glynn, H. D., Allen, K. A., Theurer, M. E., Jones, M. L., Miller, K. A., & Bergamasco, L. (2013). Effect of castration method on neurohormonal and electroencephalographic stress indicators in Holstein calves of different ages. *Journal of dairy science*, *96*(7), 4340–4354. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6274 .

Duarte, M. S., Gionbelli, M. P., Paulino, P. V., Serão, N. V., Nascimento, C. S., Botelho, M. E., Martins, T. S., Filho, S. C., Dodson, M. V., Guimarães, S. E., & Du, M. (2014). Maternal overnutrition enhances mRNA expression of adipogenic markers and collagen deposition in skeletal muscle of beef cattle fetuses. *Journal of animal science*, *92*(9), 3846–3854. https://doi.org/10.2527/jas.2014-7568

Dudareva, N., Pichersky, E., & Gershenzon, J. (2004). Biochemistry of plant volatiles. *Plant physiology*, *135*(4), 1893–1902. https://doi.org/10.1104/pp.104.049981

Duffield, T.F., Sandals, D., Leslie, K.E., Lissemore, K., Mcbride Lumsden, B.W., Dick, J.H., & Bagg, R. (1998). Efficacy of Monensin for the Prevention of Subclinical Ketosis in

Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *81*(11), 2866–2873. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(98)75846-1.

Duffield, T. F., & Bagg, R. N. (2000). Use of ionophores in lactating dairy cattle: a review. *The Canadian veterinary journal*, *41*(5), 388–394.

Duffield, T. F., Rabiee, A. R., & Lean, I. J. (2008). A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of dairy science*, *91*(4), 1334–1346. https://doi.org/10.3168/jds.2007-0607

Duve, L. R., & Jensen, M. B. (2011). The level of social contact affects social behaviour in pre-weaned dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *135*(1-2), 34-43. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.08.014

Duve, L.R., Weary, D.M., Halekoh, T.U., & Jensen, M.B. (2012). The effects of social contact and milk allowance on responses to handling,Play, and social behavior in young dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *95*, 6571-6581. https://doi.org/10.3168/jds.2011-5170.

Earley, B., Buckham-Sporer, K., Gupta, S., Pang, W., & Ting, S. (2010). Biologic response of animals to husbandry stress with implications for biomedical models. *Open Access Animal Physiology*, *2,* 25–42. https://doi.org/10.2147/OAAP.S9354

Estevez, I., Andersen, I. L., & Nævdal, E. (2007). Group size, density and social dynamics in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science*, *103*(3-4), 185-204. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.025

Ewing, S. A., Donald, C.L., & Von Borell, E. (1999). *Farm animalwell-being: stress physiology, animal behavior, and environmental design*. Prentice Hall.

Fadillah, A., Van den Borne, B. H. P., Poetri, O. N., Hogeveen, H., Umberger, W., Hetherington, J., & Schukken, Y. H. (2023). Smallholders' milk quality awareness in Indonesian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, *106*(11). https://doi.org/10.3168/jds.2023-23267

Fariña, S.R., & Chilibroste, P.B. (2019). Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems, 176*, 2-4. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001

Faulkner, P.M., & Weary, D.M. (2000). Reducing pain after dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *83*(9), 2037-2041. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75084-3

Fell, L. R., Wells, R., & Shutt, D. A. (1986). Stress in calves castrated surgically or by the application of rubber rings. *Australian veterinary journal*, *63*(1), 16–18. https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1986.tb02864.x

Fleenor, W. A., & Stott, G. H. (1980). Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of dairy science*, *63*(6), 973–977. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7

Fortin, A., y Perdomo, J. (2009) *Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y la concentración de inmunoglobulinas y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad*. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/430 .

Franklin, S. T., Amaral-Phillips, D. M., Jackson, J. A., & Campbell, A. A. (2003). Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. *Journal of dairy science*, *86*(6), 2145–2153. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73804-1

Fraser, A.F. (1988). Animal suffering: The appraisal and control of depression and distress in livestock. *Applied Animal Behaviour Science*, 20(1-2), 127-133. https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90132-3.

Gallardo, M. (2000). *Sistemas de manejo intensivo para vacas en transición a la lactancia. Curso internacional de producción lechera* (Vol II), Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

Grandin, T. (1997). Assessment of Stress During Handling and Transport. *Journal of Animal Science, 75*(1), 249- 257. https://doi.org/10.2527/1997.751249x

Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, *35*(3), 535–556. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005

Godinho, H.P., y Getty, R. (1975). *Bovine cranial nerves.* En R. Getty & J. D.Grossman, *Sisson and Grossman's the anatomy of the domestic animals*. (5th ed., pp. 1084-1085). Saunders.

Goff, J. P., Kehrli, M. E., Jr, & Horst, R. L. (1989). Periparturient hypocalcemia in cows: prevention using intramuscular parathyroid hormone. *Journal of dairy science*, *72*(5), 1182–1187. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79222-5

Goff, J.P. (2006). Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science,* 89(4), 1292-1301. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72197-X.

Gershenzon, J., McConkey, M. E., & Croteau, R. B. (2000). Regulation of monoterpene accumulation in leaves of peppermint. *Plant physiology*, *122*(1), 205–214. https://doi.org/10.1104/pp.122.1.205

Greathead H. (2003). Plants and plant extracts for improving animal productivity. *The Proceedings of the Nutrition Society*, *62*(2), 279–290. https://doi.org/10.1079/pns2002197

Guenther E. (1948-1952). *The Essential Oils*, Vol. 1-6, Van Nostrand Co.

Hänninen, L., de Passillé, A. M., & Rushen, J. (2005). The effect of flooring type and social grouping on the rest and growth of dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *91*(3-4), 193-204 https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.10.003

Hepola, H., Hanninen, L., Pursianen, P., Tuure, V.M., Syrjala Qvist, L., Pyykkonen, M., & Saloniemi, H. (2006). Feed intake and oral behaviour of dairy calves housed individually or in groups in warm or cold buildings. *Livestock Science*, *105*(1-3), 94-104. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.033

Heuer, C., Van Straalen, W.M., Schukken, Y.H., Dirkzwager, A., & Noordhuizen, J.P.T.M. (2000). Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precisión. *Livestock Production Science*, *65*(1–2), 91-105. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00177-3.

Hirasa, K., & Takemasa, M. (1998). *Spice Science and Technology*. Lion Corporation.

Hoffsis, G. (1995). Surgical (cosmetic) dehorning in cattle. *Veterinary Clinics. Food Animals Practice*, 11(1), 159-169. https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30514-4

Instituto Nacional de la Leche (2015). *Situación y perspectivas de la lechería uruguaya*. Informes INALE Nº 12. https://www.inale.org/wp-content/uploads/2015/12/Situación-y-perspectivas-lechería-uruguaya-2015.pdf

International Union of Physiological Sciences. (2001). Glossary of terms for thermal physiology. *The Japanese Journal of Physiology, 51* (2), 245–280. Recuperado de https://www.ghhin.org/assets/Glossary-of-terms-for-thermal-phys.pdf

James, R. E. (2011*). Replacement management in cattle | Pre-ruminant diets and weaning practices*. Encyclopedia of Dairy Sciences (2nd ed., Vol. 4, pp. 396-402). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00444-1

Jensen, M.B., Vestergaard, K.S., & Krohn, C.C. (1998). Play behaviour in dairy calves kept in pens: The effect of social contact and space allowance. *Applied Animal Behaviour Science*, *56*, 97-108. https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0168-1591(97)00106-8.

Jensen, M. B., & Kyhn, R. (2000). Play behaviour in group-housed dairy calves, the effect of space allowance. *Applied animal behaviour science*, *67*(1-2), 35–46. https://doi.org/10.1016/s0168-1591(99)00113-6

Jensen, M.B., & Budde, M. (2006). The effects of milk feeding method and group size on feeding behavior and cross-sucking in group housed dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *89*(12), 4778 – 4783. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72527-9

Jerez, A., Chihuailaf, R., Gai, M., Noro, M.,& Wittwer, F. (2014). Detection of lasalocid and monensin in raw milk samples from supplemented dairy cows. *Archivos de Medicina Veterinaria*, *46*, 445-449. http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000300015

Juliano, N., Danelon, J.L., Fattore, R.O., Cantet, J. M., Martinez, R., Miccoli, F., & Palladino, R. A. (2016). Crianza artificial de terneros de tambo utilizando sustitutos lácteos de distinto contenido energético. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, *42*(1), 87-92. Recuperado en 12 de noviembre de 2024, de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142016000100013&lng=es&tlng=es.

Kalemba, D., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, *10*(10), 813–829. https://doi.org/10.2174/092986703457719

Kertz, A. F., Reutzel, L. F., & 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. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81660-4

Kertz, A. F., Barton, B. A., & Reutzel, L. F. (1998). Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *Journal of dairy science*, *81*(5), 1479–1482. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75712-1

Kertz, A. F., Hill, T. M., Quigley, J. D., 3rd, Heinrichs, A. J., Linn, J. G., & Drackley, J. K. (2017). A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *Journal of dairy science*, *100*(12), 10151–10172. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062

Keown, J. F.; Everett, R.W.; Empet, N.B.; & Wadell, L.H. (1986). Lactation curves. *Journal of Dairy Science*, *69*(3), 769-781. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80466-0

Khan, M. A., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. (2011). Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of dairy science*, *94*(3), 1071–1081. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733

Klerman, E.B., Gershengorn, H.B., Duffy, J.F., & Kronauer, R.E. (2002). Comparisoms of the variability of three markers of the human circadian pacemaker. *Journal of Biological Rhythms, 17*(2), 181-193. https://doi.org/10.1177/074873002129002474

Kihurani, D.O., Mbiuki, S.M., & Ngatia, T.A. (1989). Healing of dehorning wounds. *British Veterinary Journal*, *145*(6), 580-585. https://doi.org/10.1016/0007-1935(89)90121-8

Kirch, B. H., Aiken, G. E., & Spiers, D. E. (2008). Temperature influences upon vascular dynamics in cattle measured by Doppler ultrasonography. *Journal of Thermal Biology*, *33*, 375–379. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2008.06.003

Knowles, T.G., & Broom, D.M. (1990). Limb bone strength and movementin laying hens from different housing systems. *Veterinary Record*, *126,* 354-356. https://doi.org/10.1136/vr.126.15.354.

Kroker, G. A., & Cummins, L.J. (1979). The effect of nutritional restriction of Hereford heifers in late pregnancy. *Australian Veterinary Journal*, *55*(10), 467–474. https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1979.tb00371.x

Kuhn, M.T., Hutchison, J.L., & Norman, H.D. (2005). Minimum days dry to maximize milk yield in subsequent lactation, *Journal Animal Research*, *54*(5), 351-367. http://dx.doi.org/10.1051/animres:2005031

La Fontaine, D. (2006). *Dehorning and castration of calves under six months of age*. http://transact.nt.gov.au/ebiz/dbird/TechPublications.nsf/C5AF1480C26CC23269256EFE004F648E/$file/804.pdf?OpenElement#search=%22Dehorning%20and%20castration%20of%20calves%20under%20six%20months%20of%20age%20%2B%20Agnote%22

Lagger, J. (2010). Crecimiento Intensivo de Cría y Recría de Vaquillonas, aplicando los Principios de Bienestar. *Revista Veterinaria Argentina*, 27(265), 1-28. https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/10-Crecimiento_Intensivo.pdf

Larson, B. L., Heary, H. L., Jr, & Devery, J. E. (1980). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. Journal of dairy science, 63(4), 665–671. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82988-2

Lazarus, B., Paterson, D. L., Mollinger, J. L., & Rogers, B. A. (2015). Do human extraintestinal Escherichia coli infections resistant to expanded-spectrum cephalosporins originate from food-producing animals? A systematic review. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, *60*(3), 439–452. https://doi.org/10.1093/cid/ciu785

LeBlanc, S.J. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development*, *56* (Suppl), S29-35. https://doi.org/10.1262/jrd.1056s29

Li, P.F., Piao, X.S., Ru, Y.J., Han, X., Xue, L.F., & Zhang, H.Y. (2012). Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25* (11), 1617–1626. https://doi.org/10.5713%2Fajas.2012.12292

Liu, T., Chen, H., Bai, Y., Wu, J., Cheng, S., He, B., & Casper, D. P. (2020). Calf starter containing a blend of essential oils and prebiotics affects the growth performance of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *103*(3), 2315-2323 https://doi.org/10.3168/jds.2019-16647

Lombard J.E., Garry F.B., Tomlinson S.M., & Garber L.P. (2007). Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1751-1760. https://doi.org/10.3168/jds.2006-295

Lopez, A. J., Jones, C. M., Geiger, A. J., & Heinrichs, A. J. (2020). Comparison of immunoglobulin G absorption in calves fed maternal colostrum, a commercial whey-based colostrum replacer, or supplemented maternal colostrum. *Journal of Dairy Science*, *103*(5), 4838-4845. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17949

Lorenz, I., Mee J.F., Earley, B., & More, J.S. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*, *64*(1), 10. https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-10

Losinger, W.C., & Heinrichs, A. J. (1997). Management practices associated with high mortality among preweaned dairy heifers. *Journal of Dairy Research*, *64*(1), 1-11. https://doi.org/10.1017/s0022029996001999

Ludden, C., Raven, K. E., Jamrozy, D., Gouliouris, T., Blane, B., Coll, F., de Goffau, M., Naydenova, P., Horner, C., Hernandez-Garcia, J., Wood, P., Hadjirin, N., Radakovic, M., Brown, N. M., Holmes, M., Parkhill, J., & Peacock, S. J. (2019). One Health Genomic Surveillance of Escherichia coli Demonstrates Distinct Lineages and Mobile Genetic Elements in Isolates from Humans versus Livestock. *mBio*, *10*(1), e02693-18. https://doi.org/10.1128/mBio.02693-18

Mann, S., Yepes, F.A., Overton, T.R., Wakshlag, J.J., Lock, A.L., Ryan, C.M., & Nydam, D.V. (2015). Dry period plane of energy: Effects on feed intake, energy balance, milk production, and composition in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *98*(5), 3366-3382. https://doi.org/10.3168/jds.2014- 9024.

Marai, I. F., Habeeb, A. A., & Farghaly, H. M. (1999). Productive, physiological and biochemical changes in imported and locally born Friesian and Holstein lactating cows under hot summer conditions of Egypt. *Tropical animal health and production*, *31*(4), 233–243. https://doi.org/10.1023/a:1005219227668

Marcé, C., Guatteo, R., Bareille, N., & Fourichon, C. (2010). Dairy calf housing systems across Europe and risk for calf infectious diseases. *Animal*, *4*(9), 1588-1596. https://doi.org/10.1017/s1751731110000650

Del Campo, M. (2014). Bienestar animal: castración de terneros. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), Jornadas Uruguayas de Buiatría (Vol. 62, pp. 32-48). CMVP.

Markantonatos, X., Aharoni, Y., Richardson, L.F., & Varga, G.A. (2009). Effects of monensin on volatile fatty acid metabolism in periparturient dairy cows using compartmental

analysis. *Animal Feed Science and Technology*, *153*, 11-27. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.05.007

Markantonatos, X., & Varga, G. A. (2017). Effects of monensin on glucose metabolism in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *100*(11), 9020–9035. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12007

Mcguffey, R.K., Richardson, L.F., & Wilkinson, J.I.D. (2001). Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, *84*, 194-203. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70218-4

McMeekan, C.M., Mellor, D.J., Stafford, K.J., Bruce, R.A., Ward, R.N., & Gregory, N.G. (1997) Effects of shallow scoop and deep scoop dehorning on plasma cortisol concentrations in calves. *New Zealand Veterinary Journal*, *45*(2), 72-4. https://doi.org/10.1080/00480169.1997.35994

Mee, J. F. (2008). Managing the calf at calving time. *American Association* of *Bovine Practitioners*, *41*, 46-53. https://doi.org/10.21423/aabppro20084365

Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D., & Chilibroste, P. (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*, *127*(6), 727-737. https://doi.org/10.1530/rep.1.00080

Meléndez, P., Goff, J.P., Risco, C., Archbald, L.F., Littlell, R., & Donovan, G.A. (2004). Effect of a monensin controlled-release capsule on rumen and blood metabolites in Florida Holstein transition cows. *Journal of Dairy Science*, *87*(12), 4182-4189. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73562-6.

Meléndez, D. M., Marti, S., Pajor, E. A., Moya, D., Heuston, C. E. M., Gellatly, D., Janzen, E. D., & Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2017). Effect of band and knife castration of beef calves on welfare indicators of pain at three relevant industry ages: I. Acute pain. *Journal of animal science*, *95*(10), 4352–4366. https://doi.org/10.2527/jas2017.1762

Mellor, D.J., Stafford, K.J., Todd, S.E., Lowe, T.E., Gregory, N.G., Bruce, R.A., & Ward, R.N. (2002). A comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures. *Australian Veterinary Journal*, *80*(4), 228-33. https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2002.tb10820.x

Méndez, M. N., Chilibroste, P., & Aguerre, M. (2020). Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: effects of grazing and feeding management. *Animal : an international journal of animal bioscience*, *14*(4), 846–853. https://doi.org/10.1017/S1751731119002349

Miller-Cushon, E. K., Bergeron, R., Leslie, K. E., Mason, G. J., & DeVries, T. J. (2014). Competition during the milk-feeding stage influences the development of feeding behavior of pair-housed dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *97*(10), 6450-6462. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8065

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2017). *Anuario estadístico agropecuario*. Anuario Estadístico Agropecuario 2017 (mgap.gub.uy)

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2019). *Anuario estadístico agropecuario*. https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (2023*). Anuario 2023 : Análisis sectorial y cadenas productivas tema de política estudios*. https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuarioopypa2023/ANUARIOOPYPA2023.pdf

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2009). *La producción lechera en el Uruguay*. Estadístico Agropecuario 2009. DIEA, MGAP.

Mintline, E.M., Stewart, M., Rogers, A.R., Cox, N., Verkerk, G.A., Stookey, J.M., Webster, J.R., & Tucker, C.B. (2013). Play behavior as an indicator of animal welfare: Disbudding in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *144*, 22-30. https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2012.12.008

Moberg, G.P. (1985). Biological Response to Stress: Key to Assessment of Animal Well-Being? En: G.P. Moberg, (eds) *Animal Stress* (pp. 27-49). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7544-6_3

Mogensen, L., Krohn, C. C., & Foldager, J. (1999). Long-term Effect of Housing Method during the First Three Months of Life on Human-Animal Relationship in Female Dairy Cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, *49*(3), 163–171. https://doi.org/10.1080/090647099424079

Molony, V., Kent, J., & Robertson, I. (1995). Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *46*(1-2), 33-48. https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00635-4

Motiejunaite, J., Amar, L., & Vidal-Petiot, E. (2021). Adrenergic receptors and cardiovascular effects of catecholamines. *Annales d'endocrinologie*, *82*(3-4), 193–197. https://doi.org/10.1016/j.ando.2020.03.012

Moran, J. (2002). *Calf rearing: A practical guide* (2nd ed.). Colingwood VIC: Landlinks Press. https://handoutset.com/wp-content/uploads/2022/05/Calf-Rearing-A-Practical-Guide-Landlinks-Press-John-Moran.pdf

Muller, L. D., & Ellinger, D. K. (1981). Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *Journal of dairy science*, *64*(8), 1727–1730. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82754-3

Mulligan, F.J., & Doherty, M.L. (2008). Production diseases of the transition cow. *Veterinary Journal, 176*(1), 3-9. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.018.

Mullins, C. R., Mamedova, L. K., Brouk, M. J., Moore, C. E., Green, H. B., Perfield, K. L., Smith, J. F., Harner, J. P., & Bradford, B. J. (2012). Effects of monensin on metabolic parameters, feeding behavior, and productivity of transition dairy cows. *Journal of dairy science*, *95*(3), 1323–1336. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4744

Navarro, H., Siebald, E., y Celis, S. (2006). *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores*. INIA Chile Nº148. www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33823.pdf

Nikkhah, A., & Alimirzaei, M. (2023). Understanding Calf Behavioral Responses to Environmental Changes and Challenges: An Applied Update. *Farm Animal Health and Nutrition*, *2*(4), 71-77. https://doi.org/10.58803/fahn.v2i4.35

Nocek, J. E., Braund, D. G., & Warner, R. G. (1984). Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain,

health, and serum protein. *Journal of dairy science*, *67*(2), 319-333. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81305-3

Nousiainen, J., Korhonen, H., Syväoja, E.L., Savolainen, S., Saloniemi, H., & Jalonen, H. (1994). The effect of colostral immunoglobulin supplement on the passive immunity, growth and health of neonatal calves. *Agricultural and Food Science*, *3*(5), 421-428. https://doi.org/10.23986/afsci.72710

Osacar G., Berra G., & Mate A., (2010). *La guachera es una unidad productiva.* Sitio Argentino de Producción Animal, 18(224), 51-55. www.produccion-animal.com.ar

Oyeniyi, O. O., & Hunter, A. G. (1978). Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum. *Journal of dairy science*, *61*(1), 44-48. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83549-8

Packiyasothy, E.V., & Kyle, S. (2002). Antimicrobial properties of some herb essential oils. *Food Australia,* *54*, 384-387. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20023138448

Panizzi, P., Flamini, G., Cioni, P.L., & Morelli, I. (1993). Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean Lamiaceae. *Journal of Ethnopharmacology*, *39*(3), 167-170. https://doi.org/10.1016/0378-8741(93)90032-z.

Peng, Z., Maciel-Guerra, A., Baker, M., Zhang, X., Hu, Y., Wang, W., Rong, J., Zhang, J., Xue, N., Barrow, P., Renney, D., Stekel, D., Williams, P., Liu, L., Chen, J., Li, F., & Dottorini, T. (2022). Whole-genome sequencing and gene sharing network analysis powered by machine learning identifies antibiotic resistance sharing between animals, humans and environment in livestock farming. *PLoS computational biology*, *18*(3), e1010018. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1010018

Petersson-Wolfe, C. S., Leslie, K. E., Osborne, T., McBride, B. W., Bagg, R., Vessie, G., Dick, P., & Duffield, T. F. (2007). Effect of monensin delivery method on dry matter intake, body condition score, and metabolic parameters in transition dairy cows. *Journal of dairy science*, *90*(4), 1870–1879. https://doi.org/10.3168/jds.2006-402

Petrie L. (1984). Maximising the absorption of colostral immunoglobulins in the newborn dairy calf. *The Veterinary record*, *114*(7), 157-163. https://doi.org/10.1136/vr.114.7.157

Petrie, N.J., Mellor, D.J., Stafford, K.J., Bruce, R.A., & Ward, R.N. (1996). Cortisol responses of calves to two methods of disbudding used with or without local anaesthetic. *New Zealand Veterinary Journal,* *44*(1), 9-14. https://doi.org/10.1080/00480169.1996.35924

Phillips C. J. (2004). The effects of forage provision and group size on the behavior of calves. *Journal of dairy science*, *87*(5), 1380–1388. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73287-7

Plaizier, J. C., Martin, A., Duffield, T., Bagg, R., Dick, P., & McBride, B. W. (2000). Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. *Journal of dairy science*, *83*(12), 2918-2925. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75192-7

Postema, H. J., & Mol, J. (1984). Risk of disease in veal calves: relationships between colostrum-management, serum immunoglobulin levels and risk of disease. *Zentralblatt*

fur Veterinarmedizin. Reihe A, *31*(10), 751-762. https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1984.tb01334.x

Prado, R.O.F., Morales, B.J.E., Molina, O.J., García, M.L.J., Macedo, B.R., Hernández, R.J.A., & García, C.A.C. (2019). Relationship between biochemical analytes and milk fat/protein in Holstein cows. *Austral Journal Veterinary Science*, *51*(1), 1-9. https://doi.org/10.4067/S0719-81322019000100102

Pritchett, L. C., Gay, C. C., Besser, T. E., & Hancock, D. D. (1991). Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *Journal of dairy science*, *74*(7), 2336-2341. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78406-3

Quigley, J. (1999). *Notas Acerca de Terneros no.39 - Usando el refractómetro*. http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN039e.pdf

Quiroz, J.L., & Ruiz, G. (2012). *Seguimiento en crianza artificial de terneros*.. http://inta.gob.ar/documentos/seguimiento-en-crianza-artificial-de-terneros.

Rafaelli, P.M. (2016). *Crianza de terneros de tambo; Recría de vaquillonas de tambo*. N°2. Área Bovinos de Carne y Bovinos de Leche. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Belgrano. Buenos Aires http://184.168.109.199:8080/jspui/bitstream/123456789/3234/1/3038.pdf

Rawson, R. E., Dziuk, H. E., Good, A. L., Anderson, J. F., Bates, D. W., & Ruth, G. R. (1989). Thermal insulation of young calves exposed to cold. *Canadian journal of veterinary research, 53*(3), 275-278. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2766147/

Reynolds, L.P., & Caton, J.S. (2012). Role of the pre- and post-natal environment in developmental programming of health and productivity. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *354*(1-2), 54-59. https://doi.org/10.1016/j.mce.2011.11.013.

Robinson, J. B., & Young, B. A. (1988). Metabolic Heat Production of Neonatal Calves during Hypothermia and Recovery. *Journal of Animal Science*, *66*(10), 2538–2544. https://doi.org/10.2527/jas1988.66102538x

Roy, J. H. B. (1980). Factors affecting susceptibility of calves to disease. *Journal of Dairy Science, 63*(4), 650–664. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82987-0

Sasaki, M., Davis, C. L., & Larson, B. L. (1977). Immunoglobulin IgG1 metabolism in new born calves. *Journal of dairy science*, *60*(4), 623–626. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83910-6

Rushen, J., De Passillé, A. M., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D.M. (2008). Housing for Growing animals. En: J. Rushen, A .M. De Passillé, Marina A.G. von Keyserlingk, & D. M. Weary (Eds.) *The Welfare of Cattle*. (pp. 181–210). Springer, http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-6558-3_7

Schild, C. O., Caffarena, R. D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2020). A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *Journal of dairy science*, *103*(10), 9418–9429. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18177

Schmidt, G. H., Van Vleck, L. D., & Hutjens, M. F. (1984). *Principles of dairy science*. 2nd ed. Prentice-Hall.

Schuijt G. (1990). Iatrogenic fractures of ribs and vertebrae during delivery in perinatally dying calves: 235 cases (1978-1988). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *197*(9), 1196–1202.

Shearer, J., Mohammed, H. O., Brenneman, J. S., & Tran, T. Q. (1992). Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving. *Preventive Veterinary Medicine*, *14*(1-2), 143-154. https://doi.org/10.1016/0167-5877(92)90091-S

Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Sience*, 67(1-2), 1–18. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7

Silva B.T., Henklein A., Marques R. De S., de Oliveira P.L., Leite S.B.P., Novo S.M.F., Baccili C.C., Reis J.F., & Gomes V. (2016). Vital parameters of Holstein calves from birth to weaning. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, *38*(3), 299-304. Recuperado de: https://bjvm.org.br/BJVM/article/view/118

Snowder, G. D., Van Vleck, L. D., Cundiff, L. V., & Bennett, G. L. (2006). Bovine respiratory disease in feedlot cattle: environmental, genetic, and economic factors. *Journal of animal science*, *84*(8), 1999–2008. https://doi.org/10.2527/jas.2006-046

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W., & Van Amburgh, M. E. (2012). Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *95*(2), 783-793. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4391

Soberon, F., & Van Amburgh, M. E. (2013). Lactation Biology Symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: a meta-analysis of current data. *Journal of animal science*, *91*(2), 706–712. https://doi.org/10.2527/jas.2012-5834

Spain, J. N., & Spiers, D. E. (1996). Effects of supplemental shade on thermoregulatory response of calves to heat challenge in a hutch environment. *Journal of dairy science*, *79*(4), 639–646. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76409-3

Spiers, D. E. (2012). Physiological basics of temperature regulation in domestic animals. En R. J. Collier (Ed.), *Environmental Physiology of Livestock.* (pp. 17–34) John Wiley & Sons.

Spina, A. A., Lopreiato, V., Britti, D., Minuti, A., Trevisi, E., Tilocca, B., Perri, A., & Morittu, V. M. (2023). The Effect of Feeding a Total Mixed Ration with an *ad libitum* or Restricted Pelleted Starter on Growth Performance, Rumination Behavior, Blood Metabolites, and Rumen Fermentation in Weaning Holstein Dairy Calves. *Animals : an open access journal from MDPI*, *14*(1), 81. https://doi.org/10.3390/ani14010081

Spinka, M., Newberry, R. C., & Bekoff, M. (2001). Mammalian play: training for the unexpected. *The Quarterly review of biology*, *76*(2), 141–168. https://doi.org/10.1086/393866

Stabenfeldt, G. H. y Edquist, L.E. (1984). Female reproductive processes. M.J. Swenson, (Ed.), *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. (10ª ed., pp. 798). Cornell University Press.

Stafford, K. J., Mellor, D. J., Todd, S. E., Bruce, R. A., & Ward, R. N. (2002). Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug on the

acute cortisol response of calves to five different methods of castration. *Research in veterinary science*, *73*(1), 61–70. https://doi.org/10.1016/s0034-5288(02)00045-0

Staudt, M., & Bertin, N. (1998). Light and temperature dependence of the emission of cyclic and acyclic monoterpenes from holm oak (Quercus ilex L.) leaves. *Plant Cell and Environment, 21,* 305–395. http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3040.1998.00288.x

Stewart, M., Webster, J.R., Schaeder, A., Cook, N., & Scott, S. (2005). Infrared thermography and heart rate variability for non-invasive assessment of animal welfare. *Animal Welfare*, *14*(4), 319-325. https://doi.org/10.1017/S096272860002964X

Stillwell, G.G., Lima, M.S., & Broom, D.M. (2007). Comparing the effect of three different disbudding methods on behavior and plasma cortisol of calves. *Revista Portuguesa de Ciencias Veterinarias*, *102,* 281-288. https://www.researchgate.net/publication/285495431_Comparing_the_effect_of_three_different_disbudding_methods_on_behaviour_and_plasma_cortisol_of_calves

Stott, G. H., & Menefee, B. E. (1978). Selective absorption of immunoglobulin IgM in the newborn calf. *Journal of dairy science*, *61*(4), 461–466. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(78)83621-2

Stott, G. H., Fleenor, W. A., & Kleese, W. C. (1981). Colostral immunoglobulin concentration in two fractions of first milking postpartum and five additional milkings. *Journal of dairy science*, *64*(3), 459–465. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82594-5

Stull, C., & Reynolds, J. (2008). Calf Welfare. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *24* (1), 191-203. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.12.001.

Sundrum, A. (2015). Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Animals,* *5*(4), 978-1020. https://doi.org/10.3390/ani5040395

Sutherland, M.A., Mellor, D.J., Stafford, K.J., Gregory, N.G., Bruce, R.A., & Ward, R.N. (2002). Effect of local anaesthetic combined with wound cauterisation on the cortisol response to dehorning in calves. *Australian Veterinary Journal*, *80*(3), 165-167. https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2002.tb11385.x

Sutherland, M. A., Ballou, M. A., Davis, B. L., & Brooks, T. A. (2013). Effect of castration and dehorning singularly or combined on the behavior and physiology of Holstein calves. *Journal of animal science, 91*(2), 935–942. https://doi.org/10.2527/jas.2012-5190

Tamminga, S., Luteijn, P.A., & Meijer, R.G. (1997). Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition. *Livestock Production Science*, *52*(1) 31-38. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00115-2.

Tedeschi, L. O., Fox, D. G., & Tylutki, T. P. (2003). Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of environmental quality*, *32*(5), 1591–1602. https://doi.org/10.2134/jeq2003.1591

Thomas, E.E., Poe, S.E., Mcguffey, R.K., Mowrey, D.H., & Allrich, R.D. (1993). Effect of feeding monensin to dairy cows on milk production and serum metabolites during early lactation. *Journal of Dairy Science*, *76* (1), 280.

Urbutis, M., Malašauskienė, D., Televičius, M., Juozaitienė, V., Baumgartner, W., & Antanaitis, R. (2023). Evaluation of the Metabolic Relationship between Cows and Calves by Monitoring Calf Health and Cow Automatic Milking System and Metabolic

Parameters. *Animals : an open access journal from MDPI*, *13*(16), 2576. https://doi.org/10.3390/ani13162576

Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D., & Garry, F. B. (2018). Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of dairy science*, *101*(10), 9229–9244. https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019

Van Os, J. (2021). Reduce cross-sucking using simple adjustments to feeding methods. https://www.agproud.com/articles/54758-reduce-cross-sucking-using-simple-adjustments-to-feeding-methods?v=preview

Van Putten G. (1982). Welfare in veal calf units. *The Veterinary record*, *111*(19), 437–440. https://doi.org/10.1136/vr.111.19.437

Vermorel, L. M., Vernet, J., Dardillat, C., Saido, C., Demigne, C., & Davicco, M.J. (1989). Energy metabolism and thermoregulation in the newborn calf; variations during the first day of life and differences between breeds. Journal of Animal Science, 69, 113–122.

Vickers, K.J., Niel, L., Kiehlbauch, L.M., & Weary, D.M. (2005). Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic. *Journal of Dairy Science*, *88*(4), 1454-1459. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72813-7

Vissani, R., & Ferreira, L. (2011). Un buen manejo reduce la mortalidad en la guachera. Sitio argentino de producción animal, *11*(5), 1-2. www.produccionanimal.com.ar

Wallace, R. J. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society, 63*, 621-629. https://doi.org/10.1079/PNS2004393

Warnick, V.D., Arave, C.W., & Mickelsen, C.H. (1977). Effects of group, individual, and isolated rearing of calves on weight gain and behavior. *Journal of Dairy Science*, 60(6), 947 – 953. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83968-4

Wattiaux, M. (1997). *Rearing of calves and heifers*. The Babcook Institute for International Dairy Research and Development University of Winsconsin.

Wattiaux, M. (2003). Crianza de Terneras del nacimiento al destete. Visión general de las prácticas de manejo. *El Instituto Babcock para el desarrollo y la investigación internacional de la lechería*, 105-108. http://web.altagenetics.com/español/dairybasics/details/6342_crianza-deBecerras-delNacimiento-al-Destete.html.

Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E., & Barrington, G. M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of veterinary internal medicine*, *14*(6), 569–577. https://doi.org/10.1892/0891-6640(2000)014<0569:ptocii>2.3.co;2

Wehrend, A., Hofman, E., Failing, K., & Bostedt, H. (2006). Behaviour during the first stage of labour in cattle: Influence of parity and distocia. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 164-170. http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2005.11.008.

Wood, P.D. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, *216*, 164-165. https://doi.org/10.1038/216164a0

Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *6*(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s40104-015-0004-5