UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

USO DE ADITIVOS (EXTRACTOS VEGETALES O MONENSINA) EN LA ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA DURANTE EL PREPARTO: EFECTOS SOBRE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y EL COMPORTAMIENTO MADRE-CRÍA AL PARTO

Por

Joaquín MARTÍNEZ GARRIDO

Juan Pablo ZORRILLA DE SAN MARTIN DI LORENZO,

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

Orientaciones: Producción Animal Tecnología, Higiene e Inspección – Control de los Alimentos de Origen Animal

Modalidad: Ensayo Experimental

MONTEVIDEO

URUGUAY

2024

PAGINA DE APROBACION

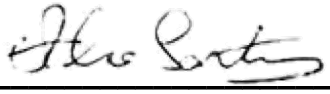
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa: _____

Rafael Aragunde

Segundo miembro (Tutor): _____

María Victoria Pons

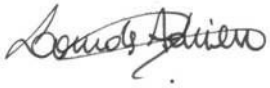


Tercer miembro: _____

Álvaro Santana

Cuarto miembro (Co-Tutor): _____

Juan Pablo Damián



Quinto miembro (Co-Tutor): _____

Lourdes Adrien

Fecha: 24/1/2025

Autores:

_____

Joaquín Martínez

_____

Juan Pablo Zorrilla de San Martín

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada, nos gustaría comenzar esta instancia agradeciendo a nuestras familias y amigos, pilares fundamentales en este camino. Agradecemos a nuestra tutora Victoria Pons por la confianza, así como a los co-tutores Lourdes Adrien y Juan Pablo Damián. Al personal del tambo por supuesto, con quienes generamos una amistad y compartimos buena parte de este trabajo tan importante, en especial a Luis Galleto. Para cerrar, mención especial a la gente de la biblioteca, que estuvieron al pie del cañón cada vez que los necesitamos.

TABLA DE CONTENIDOS

PAGINA DE APROBACION 2
AGRADECIMIENTOS 4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS 7
RESUMEN 8
SUMMARY 9
INTRODUCCIÓN 10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 12
Sistemas de producción de leche en Uruguay 12
Periodo de transición y balance energético negativo 13
Aditivos en la alimentación en vacas en transición 14
Extractos vegetales como alternativa 14
Tipos de extractos vegetales y su uso en animales 15
Polifenoles 15
Transinamaldehídos 15
Curcuminoides 16
Piperina 16
Uso de extractos vegetales en rumiantes 17
Desarrollo prenatal de la cría 18
Fisiología del parto 19
Variables fisiológicas y respuesta al estrés en terneros neonatos 21
Comportamiento madre-cría 22
HIPÓTESIS 25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 26
MATERIALES Y MÉTODOS 27
Diseño experimental y tratamientos 27
Duración, determinaciones y cálculos 28
Evaluación del proceso de parto y tiempos hasta el primer amamantamiento (Comportamiento) 28
Mediciones fisiológicas y morfológicas 30
Análisis estadístico 31
RESULTADOS 32
Comportamiento desde el parto hasta el primer amamantamiento 32
Cortisol 35

DISCUSIÓN..... 37
CONCLUSIÓN..... 41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Parámetros y criterios para medir el tiempo de comportamientos en vacas……28

Tabla 2. Parámetros y criterios para medir el tiempo de comportamientos en terneros……..29

Tabla 3. Parámetros y criterios para evaluar los tiempos de expulsión, posición decúbito esternal, pararse y latencia en mamar en terneros…….29

Tabla 4. Parámetros y criterios para la toma de mediciones morfológicas en terneros……..30

Tabla 5: Tiempos de expulsión fetal, parto – decúbito esternal, parto – ternero en pie, ternero en pie – amamantamiento, peso de los terneros y de las madres, frecuencia cardiaca, respiratoria y temperatura rectal de los terneros……..…….32

Tabla 6. Niveles de cortisol en terneros al parto……..…36

Tabla 7: Altura a la cruz, longitud del cuerpo, circunferencia de cabeza, circunferencia del tórax y circunferencia abdominal en los terneros al nacimiento……...34

Figura 1: Secuencia de mediciones realizadas, desde el preparto hasta las 24 horas luego de la separación de la cría……..….30

Figura 2: Tiempo promedio desde el parto hasta la posición de decúbito esternal en terneros, según tratamientos y numero de paridades (A), Tiempo promedio de latencia para pararse, según tratamientos y número de paridades (B)…….……..….35

Figura 3: Cortisol sérico (ng/mL) en terneros al nacimiento, separación (6-12 horas luego del nacimiento) y a las 24 hs de la separación de la madre…….……..36

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue estudiar los efectos de la inclusión de aditivos (extractos vegetales o monensina) en la alimentación de vacas lecheras preparto sobre el comportamiento al parto del par madre-cria, los parámetros fisiológicos, y morfológicos de las crías al nacimiento. Se utilizaron 60 hembras raza Holstein de las cuales 24 eran primíparas y 36 multíparas. A los 30 días antes de la fecha probable de parto las vacas fueron asignadas al azar a uno de tres tratamientos: monensina (n=20), Extractos vegetales (n=20) y tratamiento control (n=20). Los animales se alojaron en un galpón con sistema de cama caliente, donde fueron alimentados con ración totalmente mezclada (TMR). Se evaluaron los parámetros de comportamiento durante el parto (desde la expulsión hasta el amamantamiento), y parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca y respiratoria, temperatura rectal y superficial) y morfológicos (circunferencia de la cabeza, torácica y abdominal, altura a la cruz y largo del cuerpo) de las crías al nacimiento. Se tomaron muestras de sangre de las crías al nacimiento, a la separación de la madre y 24 horas luego de la separación. En base a los resultados obtenidos, evidenciamos que el tratamiento con inclusión de extractos vegetales en la dieta, presentó terneros con menor latencia para mamar frente al tratamiento control (P=0,02). La inclusión de monensina resultó en un menor tiempo de expulsión fetal que el tratamiento control (p=0,04). Este estudio resalta la importancia de los aditivos en la mejora de la eficiencia del parto, el bienestar animal y el crecimiento de los terneros. Si bien la monensina mostró beneficios significativos en la reducción de los tiempos de expulsión fetal, los extractos vegetales demostraron un efecto positivo en la rapidez con que los terneros comenzaron a amamantar, especialmente en vacas primíparas. Esta investigación sugiere que la inclusión de monensina y extractos vegetales en la dieta antes del parto influye en el comportamiento de la vaca y su cría. En el caso de la monensina, se observó una asociación con un tiempo de expulsión fetal menor, lo que indica una mejora potencial en la calidad de los partos. No obstante, la latencia para ponerse de pie y para amamantar de los terneros del tratamiento Extractos vegetales se acercó considerablemente al tratamiento monensina, siendo menor que el tratamiento Control, lo que sugiere que su uso podría generar efectos similares a los efectos conocidos y muy eficientes, de la monensina. A pesar de los resultados positivos asociados con la monensina, la falta de diferencias significativas en otros parámetros fisiológicos sugiere la necesidad de un enfoque más exhaustivo para estudiar los efectos de los extractos vegetales.

SUMMARY

The aim of this thesis was to study the effects of supplementation with additives (plant extracts and monensin) in the diet of dairy cows before calving on the behavior of the cows, the physiological parameters of the calves and the welfare of the mother-calf pair. Sixty female Holstein breeds were used, of which 24 were primiparous and 36 multiparous. At 30 days before the estimated calving date, the cows were randomly assigned to one of the three treatments: Monensin (n=20), Plant extracts (n=20) and control group (n=20). The treatments began at 30 days before the estimated calving date until the time of calving. The pre-calving was carried out in a barn with a heated bed system, where the animals were fed with a totally mixed ration (TMR). There, the behavioral parameters during calving, physiological parameters of the calves at birth were evaluated and blood samples were taken. Based on the results obtained, we showed that the group with plant extract supplementation presented calves with a lower latency to suckle compared to the control group (P=0.02). Monensin supplementation resulted in a shorter fetal expulsion time than the control group (p=0.04). This study highlights the importance of additives in improving calving efficiency, animal welfare and calf growth. While monensin showed significant benefits in reducing fetal expulsion times, plant extracts demonstrated a positive effect on the speed with which calves began to suckle, especially in primiparous cows. This research suggests that supplementation with monensin and plant extracts before calving influences the behavior of the cow and her calf. In the case of monensin, an association was observed with a significantly shorter fetal expulsion time, indicating a potential improvement in calving quality. However, the latency to stand and to suckle of calves in the plant exctracts group was considerably closer to that of the monensin group, being lower than that of the control group, suggesting that its use could generate effects similar to the known and very efficient effects of monensin. Despite the positive results associated with monensin, the lack of significant differences in other physiological parameters suggests the need for a more comprehensive approach to study the effects of plant extracts.

INTRODUCCIÓN

La investigación en el área de producción lechera y nutrición animal se ha planteado la búsqueda de nuevas opciones para incrementar la eficiencia en la utilización energética por parte del animal. Existen diversas técnicas en cuanto a la alimentación, como por ejemplo la mezcla de varios alimentos y el uso de aditivos dietéticos, los cuales son capaces de mejorar la conversión energética y la producción animal gracias a la modificación en el metabolismo ruminal (Pordomingo et al., 2010). En los sistemas intensivos existe el uso de antibióticos ionóforos, como la monensina y el lasalocid (Colombatto, 2012). Los ionóforos constituyen un tipo de antibióticos que se emplearon primeramente como agentes coccidiostáticos en aves, y posteriormente se extendió su uso en la alimentación de rumiantes, dado que afectan el desarrollo de ciertos microorganismos presentes en el rumen. Entre los ionóforos más destacados se encuentran la monensina, la lasalocida y la salinomicina (Nicodemo, 2001).

La utilización de ionóforos en la alimentación animal principalmente se destina a mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia, al regular los productos finales de la fermentación ruminal, o a aumentar la ganancia de peso. Además, pueden surgir otros beneficios secundarios, como mejoras en la salud animal, relacionados con su uso (Rumsey, 1984; Graminha et al., 2016).

Desde comienzos de los años 2000, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) comenzaron a manifestar una especial preocupación por el serio problema de salud pública que representa el uso indiscriminado de antibióticos. Este uso descontrolado ha llevado al surgimiento de cepas bacterianas resistentes, afectando tanto la salud humana como animal (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], World Health Organization [WHO], & World Organization for Animal Health [WOAH], 2003).

Desde la Unión Europea (UE) siguiendo los lineamientos acordados por los diferentes organismos internacionales, se prohibió el uso, entre otras sustancias, definiendo un periodo de tiempo durante el cual continúa autorizada, mientras se desarrollan productos alternativos para su sustitución (Unión Europea [UE], 2003). Años más tarde, en 2010, se dicta un reglamento para limitar su uso. Este reglamento menciona que la monensina está autorizada para su uso en el ganado producido en la UE y en los alimentos que se importan, siempre y cuando el nivel de residuos no supere el límite establecido en la norma (UE, 2010), mientras que en Uruguay, el uso de antibióticos en la alimentación está prohibido por medio del decreto Nº 98/011 del 2011, pero está habilitado el uso de la monensina como coccidiostatico, antiespumante y modulador del equilibrio ácido-base (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca [MGAP], 2014). Posteriormente, mediante reglamento de ejecución en el año 2013, se modifican los límites máximos de residuos farmacológicamente activos en los productos alimenticios para UE, dictaminando los siguientes máximos: músculo 2 µg/kg, grasa 10 µg/kg, hígado 50 µg/kg, riñon 10 µg/kg y leche 2 µg/kg (UE, 2013).

Una de las alternativas que ha generado mucha atención, buscando sustituir la utilización de los ionóforos, y en la que se han centrado diversos estudios, es en el uso de extractos vegetales, los cuales se han catalogado como GRAS (generally recognized as safe) para la producción de alimentos con destino para consumo humano (Food and Drugs Administration [FDA], 2004).

Los extractos de plantas, que provienen de diversas fuentes naturales, incluyen tanto metabolitos primarios como secundarios: polisacáridos vegetales, polifenoles, alcaloides, flavonoides, glucósidos, terpenos y aceites volátiles. Estos compuestos presentan una variedad de actividades biológicas, incluyendo propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas. En la actualidad, los polifenoles y otros compuestos bioactivos se están añadiendo a las dietas de animales de producción. Existen muchos aspectos de los mecanismos que subyacen a la acción de estos metabolitos vegetales que todavía necesitan ser estudiados y aclarados para conocer en profundidad los efectos sobre la salud gastrointestinal, inmunológica, cardiovascular, el equilibrio redox y la salud en general (Guo et al; 2024). En rumiantes no está claro si las propiedades antiinflamatorias y analgésicas de los extractos vegetales se mantienen, al igual que se han reportado en monogástricos.

En cuanto al desarrollo inmunológico en bovinos, los terneros al nacer tienen bajo nivel de anticuerpos. El mecanismo para adquirir inmunidad a través de inmunoglobulinas es de forma pasiva al ingerir calostro (Sasaki et al., 1983). La absorción de inmunoglobulinas disminuye a medida pasa el tiempo, ya que se comienza a dar la maduración en las células epiteliales a nivel intestinal, perdiéndose la capacidad de pinocitosis de las microvellosidades de estas células (Menares, 2011). Por esto resulta vital que el primer amamantamiento se de en el menor tiempo posible, que en conjunto con una buena calidad del calostro, pueden determinar una buena transferencia de inmunidad pasiva. Existen varios factores y muy variados, que determinan el tiempo que demoran los terneros en mamar por primera vez. El proceso de parto, el vigor del ternero y la receptividad de la madre, son factores claves para reducir el tiempo hasta la ingestión de calostro, por lo que su reducción significa mejores probabilidades de una mejor adquisición de inmunidad pasiva (Schuijt, G., & Taverne, M. A, 1994).

Debido a todo esto, el objetivo de este trabajo es determinar el impacto del uso de aditivos (extractos vegetales o monensina) en la alimentación de la vaca lechera durante el preparto, y los efectos sobre parámetros fisiológicos y comportamentales madre-cría, comprendidos dentro del período de transición.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Sistemas de producción de leche en Uruguay

En el año 2016, cada vaca masa produjo un promedio de 4901 litros de leche anuales (Fariña & Chilibroste, 2019). Todos los aspectos fundamentales de la productividad, como la carga ganadera, la producción de leche por vaca y la proporción de vacas ordeñadas respecto a las vacas en período seco, han experimentado un crecimiento conjunto en el período de 2013 a 2017 según datos recabados por Fariña y Chilibroste (2019).

La tendencia de crecimiento continuo en la producción de la industria láctea ha sido objeto de investigación en Uruguay y otras regiones a lo largo de décadas (Clark et al., 2007; Dillon et al., 2008). Entre 1985 y 2016, la cantidad de leche producida en Uruguay ha experimentado un notable aumento, pasando de 597 a 2083 millones de litros, según datos del DIEA en 2017. Esto representa una tasa de crecimiento promedio anual del 3,2%. Sin embargo, durante el mismo período, la superficie dedicada a la producción lechera ha disminuido de 1.196.000 a 764.000 hectáreas, lo que equivale a una reducción del 36%. Además, el número de productores de leche ha decrecido de 7.102 a 3.873, lo que representa una disminución del 45%.

En nuestro país, según informes del Instituto Nacional de Leche, para el año 2023 se destinó un 73% de la remisión de leche para productos de exportación (Instituto Nacional de Leche [INALE], 2024), porcentaje que depende en gran parte de estándares de calidad del comercio exterior. La búsqueda de alternativas a los antibióticos, como probióticos, levaduras, aceites esenciales, ácidos orgánicos o extractos de plantas es de suma importancia. Éstos han sido evaluados mayormente en sistemas in vitro y estabulados obteniendo resultados alentadores (Geraci et al., 2012).

Esta tendencia de incremento en la producción de leche y reducción en el número de productores también se observa a nivel mundial, según estudios realizados por Clark et al. (2007) y Klerkx & Nettle (2013). El aumento en el tamaño de las explotaciones y la disminución en el número de productores parecen ser patrones comunes en la industria láctea.

El crecimiento en la producción láctea ha sido posible gracias a un significativo aumento en la productividad, alcanzando 3,5 veces el valor de referencia de 1985. Este incremento se ha logrado tanto mediante el aumento en la carga ganadera, que ha sido 1,6 veces mayor, como en la producción por vaca (Fariña & Chilibroste, 2019). Gracias a mantener costos de producción bajos, la industria láctea uruguaya ha podido conservar su competitividad durante los últimos 30 años de expansión en la producción. A pesar de ello, el costo de producción de los sistemas productivos en Uruguay ha mostrado un aumento en los últimos años, aunque aún se mantiene por debajo de los costos de sus competidores internacionales (Hemme, 2017). La inestabilidad en los mercados y los cambios climáticos están motivando a las empresas lácteas que exportan, a incrementar la producción de leche proveniente de pastoreo. Según estudios recientes realizados en Uruguay, existen alternativas para modificar y mejorar los índices productivos sin impacto en la competitividad (Fariña & Chilibroste, 2019).

Para evaluar la competitividad de la lechería en Uruguay, algunos autores han comparado los sistemas lecheros a nivel mundial. En Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos y Países Bajos mostraron una productividad media superior a 10.000 litros de leche con corrección energética (ECM) por hectárea, mientras que Irlanda, Argentina y Uruguay alcanzaron valores medios inferiores a 7000 litros de ECM/ha. En Estados Unidos y Países Bajos, los altos niveles de productividad se explicaron por una alta producción por vaca (10.184 y 8.797 kg ECM/vaca/año, respectivamente) y altas cargas de ganado (5,7 y 1,8 vacas/ha, respectivamente). En Nueva Zelanda y Australia, los niveles similares se explicaron principalmente por altas cargas de ganado (2,8 y 1,7 vacas/ha, respectivamente) pero una producción intermedia por vaca (5.244 y 6.569 kg ECM/vaca/año, respectivamente). La menor productividad en Irlanda, Argentina y Uruguay se atribuyó principalmente a sus bajas cargas de ganado, que oscilaron entre 0,7 y 1,2 vacas/ha, en lugar de a la producción por vaca, que fue similar a la de los países de Oceanía (Fariña & Chilibroste, 2019). La baja carga animal en Uruguay significa que existe potencial para duplicar la carga y mejorar la productividad.

En una revisión reciente centrada en los próximos 50 años (Britt et al., 2018), propusieron que el mayor potencial para aumentar la producción de leche para la exportación estará en los países que tienen suficiente tierra cultivable para producir alimento para el ganado. Estos países, poseen áreas agrícolas que se verán relativamente menos afectadas por el cambio climático, también poblaciones que no aumentarán en tamaño al ritmo de las regiones de más rápido crecimiento, e infraestructuras de producción y procesamiento de lácteos que pueden aumentar en escala y adoptar tecnologías emergentes cómodamente. La industria láctea de Uruguay probablemente esté bien posicionada para cumplir con todas estas características, ya sea ahora o en el futuro cercano.

Periodo de transición y balance energético negativo

El período de transición se define como las últimas 3 semanas de gestación, y hasta las primeras 3 semanas después del parto, y es un momento crítico para la vaca lechera, debido a los cambios fisiológicos, metabólicos e inmunológicos que se producen en ellas durante este período (Bakshi et al., 2017). Este período se caracteriza por una alta demanda metabólica debido al crecimiento final del feto y a la producción de calostro y leche, además, se le suma la disminución del consumo previo al parto (~ 30%) (Mikuła et al., 2021).

La salud en el período de transición es una determinante importante de la producción posterior y del desempeño reproductivo de los animales lecheros. Una mayor demanda de energía y nutrientes para la síntesis de calostro y leche, junto con una menor ingesta de alimento, obligan a las vacas en transición a sufrir un balance energético negativo (BEN). El BEN estimula a las vacas a movilizar la grasa corporal en forma de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y el incremento de la concentración de cuerpos cetónicos como betahidroxibutirato (BHB) en la sangre (Wankhade et al., 2017).

Esta etapa posterior al parto, también es un momento importante para la cría. Los terneros neonatos experimentan enfermedades gastrointestinales durante las

primeras semanas de edad, y disminuyen las capacidades funcionales de las poblaciones de células inmunes aumentando así la susceptibilidad de los animales a las enfermedades. Los terneros nacidos de vacas con niveles más altos de NEFA presentan bajos pesos al nacer en relación al promedio lo que los hace más vulnerables a posibles afecciones (Abuelo et al., 2019).

En este contexto, el uso de aditivos en las raciones de vacas en transición surge como una herramienta que permite una mejor adaptación del animal a este periodo. Dentro de ellos se encuentra la monensina (antibiótico ionóforo) que a nivel ruminal inhibe el crecimiento de las bacterias gram positivas, provocando como consecuencia una disminución de sus productos de la fermentación, lo cual resulta en un mejor aprovechamiento de los nutrientes por parte del rumiante, favoreciendo de esta manera a un BEN menos acentuado (Drong et al., 2016).

Aditivos en la alimentación en vacas en transición

Dentro de los aditivos más comúnmente utilizados en vacas lecheras se encuentran los antibióticos ionóforos. La monensina pertenece a la familia de los antibióticos ionóforos y fue descubierta por primera vez como un compuesto activo producido por una cepa de *Streptomyces canelaensis* (Agtarap & Chamberlin, 1967). La monensina modifica el transporte de iones a través de las paredes celulares bacterianas, generando una mayor eficiencia del metabolismo energético y un mejor metabolismo del nitrógeno, previniendo el riesgo de meteorismo (Lowe et al., 1991) y acidosis láctica (Bergen & Bates, 1984).

Este compuesto, entre otras cosas modifica el ambiente ruminal y la proporción de acetato-propionato, aumenta la concentración de lactato utilizado para síntesis de propionato, disminuye la generación de metano y la producción de ácido láctico en condiciones de acidosis, deprime el crecimiento de las bacterias gram negativas productoras de succinato, inhiben el recambio del contenido ruminal, provocan una leve inhibición de los protozoarios (Pinos & González, 2000) y logran mantener el equilibrio ácido-base, sin gasto de energía adicional, lo que lleva a una baja del crecimiento y la reproducción de algunas bacterias (Pereira de Sousa, 2016). Debido a esta problemática, la industria agropecuaria se encuentra en constante búsqueda de alternativas, surgiendo los extractos vegetales como una potencial alternativa (Martínez et al., 2015).

Extractos vegetales como alternativa

Los extractos vegetales (EV) se definen como sustancias volátiles con un determinado olor, sabor y aroma, que se obtienen de plantas desde un proceso físico. Generalmente son sustancias químicas aromáticas volátiles, que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas y que les sirven para defenderse de depredadores (Calsamiglia et al., 2007). Contienen las sustancias causantes del aroma de las plantas y son muy relevantes en la industria de alimentos (saborizantes y condimentos), farmacéutica y cosmética (aromatizantes y perfumes) (Burt, 2004).

La mayoría de los extractos vegetales son metabolitos secundarios de las plantas, donde sus componentes químicos activos son variados. Se pueden obtener por métodos tales como destilación por vapor o extracción con solventes. Para que el uso de extractos vegetales en la alimentación de los bovinos tenga éxito, es imprescindible comprender los mecanismos de acción y las dosis óptimas a la cual mejoran la productividad de los animales (Greathead, 2003). Estos extractos vegetales tienen diversos beneficios, por ejemplo, su capacidad de prevenir infecciones micóticas o bacterianas (Van-Zyl et al., 2004), parasitosis (Giannenas et al., 2003), diarreas, y su propiedad antiinflamatoria, y antioxidante. Se evidenció que benefician la conversión alimentaria, estimulan enzimas digestivas y mejoran las propiedades organolépticas de los alimentos (Botsoglou et al., 2003; Hernández et al., 2004; Jang et al., 2007; Windisch et al., 2008; Bentancourt et al., 2012; Shiva et al., 2012).

Tipos de extractos vegetales y su uso en animales

Polifenoles

Los polifenoles comprenden un amplio rango de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal. Dentro de los polifenoles los flavonoides constituyen el subgrupo más abundante. Se caracterizan por tener uno o varios anillos fenólicos, grupos carboxilos y oxidrilos libres. Esta estructura química les permite capturar radicales libres y generar el radical flavínico, mucho menos reactivo, otorgándole a estas sustancias propiedades biológicas antioxidantes y antinflamatorias (Quiñones et al., 2012). Se atribuye además a la mayoría de compuestos fenólicos, propiedades antimicrobianas, actuando como desacopladores de la membrana celular externa y provocando como consecuencia un gasto de ATP intracelular hasta el punto de provocar la muerte celular (Cardozo, 2005).

Los polifenoles vegetales han sido empleados a lo largo de la historia por sus atributos medicinales. Recientemente, se ha intensificado la investigación sobre su aplicación en la alimentación de rumiantes, con el propósito de potenciar la salud y el rendimiento en esta especie. Los polifenoles han sido empleados durante un extenso período con propósitos terapéuticos y profilácticos que incluyen el tratamiento y la prevención de enfermedades, así como el estímulo del crecimiento (Allen et al., 2013). En cuanto a la vaca en producción de leche, la composición de la leche (grasa, proteína y lactosa) no se vio alterada por la administración de flavonoides en la dieta durante ninguna de las etapas de la lactancia (Gessner et al., 2015; Gohlke et al., 2013; Stoldt et al., 2016, 2015; Tedesco et al., 2004), pero sí aumentó la producción de leche (Gessner et al., 2015; Stoldt et al., 2016; Winkler et al., 2015).

Transinamaldehídos

Los transcinamaldehídos (principal compuesto bioactivo de la canela), se sabe que reducen la peptidólisis y desaminación de los aminoácidos a nivel ruminal, modulando la degradación de proteínas ruminales, además se los asocia con un mayor consumo de alimento y producción láctea (Carro et al., 2014). Chaves et al. (2011) investigaron los efectos de dosis-respuesta de la suplementación con cinamaldehído sobre la ingesta de alimento, las características de la fermentación ruminal, metabolitos sanguíneos, parámetros de crecimiento, características de la canal y calidad de la carne, incluidos los ácidos grasos, utilizando cuarenta y ocho corderas canadienses de raza Arcott destetadas. Los

corderos fueron alimentados con una dieta a base de cebada no suplementada (sin aditivos), que era el tratamiento control, y otro tratamiento con cinamaldehído a 100, 200 y 400 mg/kg de ingesta de materia seca (MS). Como conclusión, se llegó a qué complementar las dietas a base de cebada con cinamaldehído hasta 400 mg/kg MS en la dieta no cambió la ingesta de materia seca, los parámetros de fermentación ruminal, el rendimiento del crecimiento, la calidad de la canal, la calidad de la carne ni los atributos de sabor de los corderos. Aunque, otros trabajos sugieren que el cinamaldehído puede tener un potencial limitado como aditivo alimentario en la nutrición de rumiantes (Chaves, Stanford, Gibson et al., 2008; Chaves, Stanford, Dugan et al., 2008).

Curcuminoides

La cúrcuma (*Curcuma longa L*.) es una planta proveniente de la India y Malasia, conocida como azafrán de la India, cuyos rizomas son ampliamente utilizados en la medicina tradicional china e india, sobre todo por su poder analgésico y su acción beneficiosa en la circulación sanguínea (Alves dos Santos, 2021). El rizoma de las especies de cúrcuma es una fuente importante de compuestos fenólicos benéficos (Akter et al., 2018). Estudios demuestran sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antibacterianas e incluso anticancerígenas (Grasso et al., 2017). La cúrcuma está indicada para aliviar los dolores abdominales, y tiene acción anti-inflamatoria, según la OMS (1999). Se conoce que la cúrcuma contiene varias propiedades farmacológicas, como actividad antifúngica, anti-inflamatoria, anti-bacteriana, anti-oxidante, anti-diabética, propiedades en curación de heridas, y hasta anticancerígenas en humanos (Akter et al., 2018; Talib et al., 2020). Puede ser asociado con otras plantas, como la pimienta negra (*Piper nigrum L.*), cuyo ingrediente activo es la piperina, mejorando así la biodisponibilidad de la cúrcuma, logrando un sinergismo (Alves dos Santos, 2021).

En una investigación se determinó un aumento del 11 % en la producción de leche corregida por energía para vacas con la inclusión de un producto vegetal que consiste en té verde y extracto de cúrcuma (Stoldt et al., 2015).

Por otro lado, científicos que suministraron cúrcuma a las ovejas observaron un incremento en la producción láctea y mejoras en la salud de los animales, atribuibles a las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Además, notaron un aumento significativo en el peso de los corderos que consumieron cúrcuma en su forma libre (Jaguezeski et al., 2018; Molosse et al., 2019).

Piperina

La piperina (*1-piperoil piperidina*) es la sustancia activa que se encuentra en variadas especies de pimienta (*Piper sp*.), y se usa ampliamente como condimento y como ingrediente en medicina alternativa (Parmar et al., 1997). Es una amida lipofílica que se absorbe en el intestino y luego sufre la biotransformación hepática, mediante un proceso denominado desmetilación (Bhat & Chandrasekhara, 1986).

Se demostraron varias actividades biológicas y farmacológicas de la piperina en animales de laboratorio y en humanos. La suplementación con piperina promueve la actividad antiparasitaria (Ghoshal et al., 1996), antipirética, analgésica (Parmar et al., 1997), antiinflamatoria (Gupta et al., 2000), anticonceptiva, antiespermatogénica (Malini et al., 1999), antioxidante (Mittal & Gupta, 2000), insecticida (Parmar et al., 1997; Estrela et al., 2003), inmunomodulador (Sunila & Kuttan, 2004),

anticancerígeno (Pradeep & Kuttan, 2002; Selvendiran et al., 2004; Sunila & Kuttan, 2004) y quimioprotector (Pathak & Khandelwa, 2007).

Uso de extractos vegetales en rumiantes

Los extractos vegetales, particularmente los transcinamaldehidos, poseen propiedades capaces de alterar la fermentación ruminal, generando que los nutrientes se aprovechen de una mejor manera, e incrementando así la eficiencia en la producción de leche y de carne, en bovinos y ovinos, para poder obtener así, mejores ganancias de peso y mayores conversiones alimenticias (Giannenas et al., 2011; Tager & Krause, 2011). Otro uso que se ha dado a los aceites esenciales ha sido el de disminuir o inhibir la formación de metano en el rumiante (Patra & Saxena, 2010). Se observó en bovinos de engorde que la mayoría de estos aceites no inhiben la fermentación microbiana ruminal, no obstante, la mayoría incrementó la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y de nitrógeno (N) amoniacal (Geraci et al, 2012).

En vacas lecheras se utilizaron los EV con el objetivo de aumentar y mejorar la fermentación ruminal y el aprovechamiento del nitrógeno (Hristrov et al., 2008). En experimentos *in vitro* se encontró que al agregar extractos de eucalipto (*Eucalyptus staigeriana*), hibiscos y menta gardenia en la dieta de los animales, reducían un 5-12% del amoníaco ruminal (Tekippe et al., 2011).

Además, se ha reportado que al agregar orégano a la dosis de 500 g/día no afectó la producción de leche cuando compararon con el control sin inclusión de aditivo. En cuanto al rendimiento de las vacas lecheras, la proteína de leche, la lactosa y la concentración de urea no se alteraron por la adición de orégano. No obstante, el porcentaje de grasa en la leche aumentó. La concentración de amoníaco ascendió, pero la producción de metano descendió, en comparación con el tratamiento control sin inclusión de aditivo (Hristov et al., 2013).

Se ha encontrado que los EV, han tenido éxito en el control de huevos y larvas de nematodos gastrointestinales (Camurça-Vasconcelos et al., 2008). Confirmaron que al suministrar 230mg de aceite esencial de lipia (*Lippia sidoides*) por kg de alimento, su eficacia fue de 30% para disminuir los huevos de *Haemonchus* spp. y *Trichostrongylus* spp., mientras que con un antiparasitario comercial la carga parasitaria se redujo en más del 35% (Squires et al., 2010). Se utilizó aceite esencial de naranja para bajar la carga de *Haemonchus contortus* en ovejas, y se evidenció que se redujo en 97,4% los huevos del nemátodo al utilizar el aceite esencial a dosis de 600mg/kg de alimento en la dieta de los animales (Katiki et al., 2011).

Estos trabajos demuestran que estos EV utilizados atraviesan el rumen y generan su efecto en el tracto gastrointestinal. Sin embargo, no queda claro si estos se absorben.

Además, se debe tener en cuenta que puede existir una gran variabilidad entre diferentes EV en cuanto a sus componentes. En cerdas lactantes se ha visto que la inclusión de EV en la dieta puede aumentar la producción de leche y mejorar el rendimiento de los lechones. El orégano agregado a las dietas previas al parto y durante la lactancia de las cerdas, reduce la mortalidad de las cerdas y la tasa de

sacrificio durante la lactancia, aumentando la tasa de partos y la salud de las crías (Aeschbach et al., 1994). El efecto positivo del orégano en la dieta sobre la salud y la producción de las cerdas puede deberse a los efectos del carvacrol y timol, compuestos que ejercen efectos antioxidantes (Aeschbach et al., 1994), antibacterianos (Didry et al., 1994) y antiinflamatorios (Azuma et al., 1986).

Se afirmó que el carvacrol y el timol afectaban la mucosa del intestino y aceleraban la tasa de renovación de los enterocitos en la superficie de las vellosidades intestinales; esto reduciría la unión de patógenos a los enterocitos y mejoraría la capacidad de absorción de nutrientes (Bilkei, 1995). Estos autores también encontraron que los EV de orégano ayudan a la digestión y actúan como potenciadores del apetito en las cerdas para mejorar el crecimiento y el rendimiento reproductivo. El orégano podría mejorar la salud general y la recuperación posparto de las cerdas, incluyendo la involución uterina, la inmunidad y la prevención de infecciones (Bilkei, 1995).

Por otra parte, Khajarern y Khajarern (2002) dieron a conocer un aumento en el consumo de alimento en cerdas lactantes con el agregado de orégano a sus dietas. El aumento de peso diario fue mayor en cerdos previo a ser destetados de madres suplementadas, que en las camadas de madres que no recibieron el orégano. Cuando se añadió una mezcla de extractos de plantas con carvacrol, cinamaldehído y pimiento a las dietas de lactancia de las cerdas aumentó la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento de las crías antes del destete (Ilsley et al., 2003).

Escasos y recientes reportes demuestran que los extractos vegetales administrados a las madres pasan a las crías. En bovinos se ha probado que algunos compuestos, como los ácidos grasos esenciales y los ácidos linoleicos conjugados se transmiten por vía placentaria y a través del calostro, detectándose en este último y en los tejidos de las crías a los 5 días de vida (Dahl et al., 2020; Uken et al., 2021).

En la investigación de Dalh et al. (2020), se estudió el impacto de la suplementación con ácidos grasos esenciales (EFA) y ácido linoleico conjugado (CLA) en vacas lecheras durante la gestación. En conclusión, se demostró que la suplementación materna con ácidos grasos esenciales EFA y CLA resultó en cambios en la composición de los tejidos musculares y de composición de los ácidos grasos en los tejidos adiposos de las crías.

Desarrollo prenatal de la cría

Durante la gestación y lactación temprana, el aporte nutricional por parte de la madre puede afectar el desarrollo y crecimiento fetal por una merma en el aporte de sustratos a través de la placenta (Funston et al., 2010), y eso puede repercutir en el peso vivo (PV) al nacimiento (Greenwood & Cafe, 2007; Holland & Odde, 1992), destete y en el desarrollo del ternero (Funston et al., 2010).

El desarrollo prenatal es un proceso regulado con precisión, caracterizado por la plasticidad en la diferenciación celular y la organogénesis. Aunque esto es esencial para el desarrollo normal, hace que el feto sea muy sensible a las señales ambientales que pueden alterar de forma permanente la estructura y función de los tejidos. El concepto de la programación del desarrollo habla de la programación a

largo plazo de muchos sistemas del organismo y procesos por estrés materno durante la gestación o período postnatal temprano, que va a determinar pobre crecimiento, alteración en su composición corporal, afecciones metabólicas y productividad baja de la cría durante toda su vida e incluso a través de generaciones (Reynolds & Caton, 2012; Funston et al., 2010).

La nutrición materna desempeña un papel clave en la programación fetal e influye en el PV al nacer de las crías. Según Bispham et al. (2005), la restricción de energía y proteínas en la dieta materna durante la gestación ha sido asociada con un mayor riesgo de bajo peso al nacer en los terneros. En contrapartida de lo mencionado, en animales que nacieron de vacas suplementadas con proteína durante el tercer trimestre, se vieron mayores tasas de crecimiento, sobre todo durante el primer año de vida (Ciminski, 2002, como se cita en Adams, 2005).

Fisiología del parto

El parto se puede definir como “la terminación fisiológica de la gestación mediante la expulsión de uno o varios fetos maduros por vías naturales” (García Sacristán, 1995). El parto tiene fundamental importancia en la reproducción, aportando un papel crucial en el progreso del rodeo (Almeida & Resende, 2023). Más allá del rol en la reproducción, el nacimiento indica el comienzo de una nueva lactancia, fundamental para la supervivencia de la cría. Los diversos cambios hormonales que se dan durante el parto, tienen funciones imprescindibles, como el inicio propio de la lactancia, la expulsión del feto, la expulsión de las membranas fetales, y más tarde, el reinicio de la ciclicidad (Silva & Costa, 2023).

Entre estos cambios mencionados, por ejemplo, está el aumento de los estrógenos que ayudan al desarrollo de la glándula mamaria y a la disminución de la insulina, ayudando así a preparar el cuerpo para una nueva lactancia (Andolfato, 2014). El momento del parto está determinado por un estímulo del feto, y puede deberse a que el feto crece más de la capacidad de la placenta para proporcionar los nutrientes adecuados o asegurar un intercambio gaseoso adecuado (Arthur, 1991).

Durante la gestación la progesterona se encuentra elevada, la cual es secretada por el cuerpo lúteo y placenta, terminando por descender su concentración unos cuantos días antes del parto. La concentración de progesterona en el plasma de la madre desciende gradualmente durante los últimos 20 días de la preñez, sobre todo en los últimos 2 o 3 días de gestación, y esos niveles de progesterona son los que generan la baja actividad uterina hasta los 2-4 días antes del parto (García Sacristán, 1995; Kindahl et al., 2004). La caída de la concentración de progesterona es un evento fundamental para la expulsión final del feto (Taverne et al., 2002). La concentración plasmática de estrógenos aumenta durante la gestación y llega a su máximo antes del parto. Este nivel creciente de estrógenos durante la preñez favorece el crecimiento del miometrio y el aumento de la capacidad de contracción del útero (Kindahl et al., 2004; García Sacristán, 1995). El cambio en el balance hormonal (caída de progesterona y aumento de los estrógenos), resulta en un incremento de los receptores de oxitocina y la liberación de prostaglandinas (Kindahl et al., 2004), y

son estas últimas las que generan el reblandecimiento del cérvix (García Sacristán, 1995). La relaxina es una hormona secretada por el cuerpo lúteo cuya función entre otras es ensanchar el canal del parto e inhibir las contracciones uterinas, produciendo la relajación de los ligamentos y de los músculos relacionados que rodean el canal pélvico, permitiendo así que el feto lo expanda hasta el límite de su capacidad (García Sacristán, 1995).

Es imprescindible conocer los signos prodrómicos del bovino, para poder controlar y prever un parto inminente. Como signos prodrómicos generales existen relajación de los ligamentos sacrociáticos, formando así un par de hendiduras a los 2 lados de la cola, un incremento en el tamaño de la glándula mamaria, edema de vulva, relajación de la musculatura abdominal, disminución de la temperatura corporal, exteriorización del mucus cervical y cambios de comportamiento. El tiempo de aparición de los signos prodrómicos es poco constante y depende de cada individuo, pero algunos de estos signos pueden verse a partir de los 21 días preparto aproximadamente (Roberts, 1986).

El parto comprende tres fases, la fase de dilatación, de expulsión y de secundinización. La fase de dilatación suele durar 2,5 horas y hasta 6 horas en el caso de vacas primíparas (Simões & Stilwell, 2021). Los cambios que tienen lugar durante esta fase del parto no son visibles externamente, pero son importantes porque preparan el canal del parto y el feto para la expulsión (Arthur, 1991). Durante esta fase sucede una relajación y dilatación gradual del canal de parto blando, causado principalmente por la actividad hormonal y las contracciones uterinas miometriales. La maduración y ablandamiento del cuello uterino suceden de forma paulatina hasta alcanzar una fase de dilatación más acelerada cerca del parto (Simões & Stilwell, 2021).

La fase de expulsión dura en promedio 30-70 minutos y puede aumentar en el caso de las primíparas (Simões & Stilwell, 2021), el hecho que indica que comienza esta fase es la aparición de contracciones abdominales (Arthur, 1991). La fase se caracteriza por la entrada y el avance del feto al canal de parto. Cuando el saco amniótico aún está intacto, se recomienda esperar 90 min después del inicio de esta etapa antes de que se inicie cualquier intervención humana. La presencia del saco amniótico en la vulva indica eminencia del parto. Por lo general, la madre está echada durante esta etapa, a menudo cambiando de esternal a decúbito lateral. La presión ejercida por el cuerpo del feto, así como por las membranas placentarias intactas, sobre las paredes cervical y vaginal, estimula, por vías neuro sensitivas, el inicio de las contracciones abdominales que comienzan en este momento o algún tiempo antes en algunos casos (Simões & Stilwell, 2021).

Los niveles de oxitocina se elevan sustancialmente en esta etapa. Investigaciones en variadas especies marcan que hay una liberación espontánea de oxitocina justo antes de la expulsión del feto. En la vaca se observó que la distensión de la vagina genera un incremento de la secreción de oxitocina, su relevancia en el inicio del parto es escasa, pero es relevante en la terminación del mismo (García Sacristán, 1995). El líquido amniótico tiene una utilidad fundamental, lubricará el canal del parto, reduciendo la fricción entre las paredes vaginales y el feto. Esta etapa termina

con el parto completo de un feto único o del último feto en preñeces múltiples (Simões & Stilwell, 2021).

Se ha demostrado que la oxitocina tiene una importancia cada vez mayor en términos de bienestar animal (Broom & Fraser, 2007), ya que desempeña un papel importante en comportamientos sociales positivos como el comportamiento materno (Williams et al., 2001), comportamiento afiliativo (Winslow et al., 1993; Babygirija et al., 2012) y comportamiento de aseo social en ratas (Amico et al., 2004) y monos (Winslow e Insel, 1991). La activación del comportamiento materno está mediada por respuestas hormonales, neurales y neuroendocrinas coordinadas, en las que neurohormonas como la oxitocina desempeñan un papel central (Kristal, 2009).

La tercera y última fase empieza luego de la expulsión del feto, la cual finaliza con la expulsión de la placenta (Youngquist & Threlfall 2006). Generalmente las contracciones abdominales se acaban, pero las uterinas persisten (Taverne & Noakes, 2019). Los cotiledones tienen que separarse de las carúnculas, gracias a mecanismos hormonales, químicos, mecánicos e inmunológicos que comienzan antes del parto (Youngquist & Threlfall 2006; Simões & Stilwell 2021). Gracias a la relaxina se activan las colagenasas ayudando a que la placenta se elimine (Taverne & Noakes, 2019; Simões & Stilwell 2021). Todo este proceso lleva aproximadamente 6 horas desde que el neonato fue expulsado, se considera normal si se expulsa dentro de las 12-24 horas luego de la expulsión del feto (Simões & Stilwell 2021).

El parto es conocido como un proceso estresante para las vacas y sus terneros, y los partos anormales pueden exacerbar el estrés. Se ha informado que la distocia aumenta las concentraciones plasmáticas de cortisol en el momento del parto en las vacas y sus terneros (Civelek et al., 2008). Además, se ha demostrado que el estrés experimentado por las hembras preñadas tiene efectos sobre el comportamiento de la descendencia (Black et al., 2017). Para mejorar la productividad, es deseable un manejo del parto con el menor estrés posible para las vacas y sus terneros durante el período perinatal, teniendo en cuenta que la elevación del cortisol alrededor del parto es normal.

Variables fisiológicas y respuesta al estrés en terneros neonatos

Es ampliamente conocido que un entorno de parto inadecuado puede inducir distocia. En un estudio que comparó la calidad del bienestar de las vacas lecheras mantenidas en un sistema de establos con o sin acceso a ejercicio, la incidencia de distocia fue significativamente mayor en granjas sin acceso a ejercicio (Popescu et al., 2013).

El cortisol ayuda a facilitar la movilización de NEFA desde el tejido adiposo durante períodos de estrés para aumentar la disponibilidad de energía (Sapolsky et al., 2000); sin embargo, las funciones biológicas de los glucocorticoides son complejas. Por ejemplo, las acciones de los glucocorticoides no siempre son lipolíticas; el exceso de glucocorticoides se asocia con acumulación de grasa en áreas troncal o abdominal (Rebuffé-Scrive et al., 1992).

En un estudio en el que se evaluaron las concentraciones de cortisol en torno al parto, se llegó a la conclusión de que a medida que se acercaba el parto, las

concentraciones de cortisol aumentaban y fueron significativamente mayores en el plasma de vacas con 10 días posparto, al de vacas en otros períodos de lactancia (Hayashi et al., 2021). Otro estudio con 28 terneras Holstein, permitió evaluar su desarrollo y parámetros fisiológicos en las primeras semanas de vida. Los resultados mostraron que los parámetros fisiológicos de las terneras variaron significativamente durante el primer mes de vida. La frecuencia cardíaca promedio fue de 139 ± 10 latidos por minuto, mientras que la frecuencia respiratoria promedio fue de 49 ± 5 respiraciones por minuto. Ambas frecuencias fueron más altas en el día 1, disminuyendo gradualmente hasta el día 14, y luego regresaron a niveles similares a los iniciales en el día 28. La temperatura rectal fue más baja en el día 1, con un promedio de 38.5 ± 0.3 °C (Santos et al., 2023)

En general, las variaciones en los parámetros vitales de los bovinos pueden estar relacionadas con factores intrínsecos como respuestas al ejercicio, miedo, excitación, condición fisiológica y producción de leche (Carvalho et al. 1995, Marai et al. 1999). Además, debemos considerar los factores extrínsecos al animal, que pueden ser atribuidos al medio ambiente, como el clima, temperatura y humedad, radiación solar, velocidad del viento, estación, hora del día, densidad y sombra (Marai et al., 1999).

El sistema cardiovascular, al igual que el sistema respiratorio, durante el período neonatal sufre continuas modificaciones morfofuncionales, llevando al organismo a adaptarse al ambiente extrauterino con una capacidad homeostática bien definida (Piccione et al., 2007). El corazón se ve obligado a bombear la sangre a través de un sistema vascular que presenta una fuerte estructura elástica y periférica, y dado que el organismo del recién nacido aún no es capaz de variar el gasto cardíaco, compensa el volumen sistólico limitado aumentando la frecuencia cardíaca. Esto puede explicar el efecto significativo de los días de vida durante el primer mes sobre la disminución significativa en la frecuencia cardíaca observada en los terneros (Piccione et al., 2007).

Comportamiento madre-cría

Los comportamientos asociados con el nacimiento y el cuidado de las crías son esenciales para la supervivencia de los mamíferos. Para la madre, representan su aptitud reproductiva, para el joven, es una cuestión de supervivencia individual, ya que la madre es la única fuente de alimento, al menos en las primeras etapas de desarrollo (Gubernick, 1981; Mendi, 1988).

La relación madre-cría en bovinos, se caracteriza por una serie de comportamientos normales post parto. Por ejemplo, suelen lamer a sus crías recién nacidas para limpiarlas y estimular su circulación sanguínea. Se ha observado que las vacas muestran un comportamiento de protección hacia sus crías, manteniéndose cerca y alejándola de posibles amenazas (Nowak et al., 2000). También, se ha documentado que las vacas buscan aislar a sus crías del resto del ganado para proporcionarles un ambiente tranquilo y seguro. Estos comportamientos son fundamentales para el establecimiento del vínculo madre-cría buscando garantizar el bienestar de la cría en las primeras etapas de vida (Nowak et al., 2000).

En cabras, ovejas y vacas, la mayoría de las hembras pre-parturientas muestran una fuerte tendencia a aislarse del rebaño (Lidfors et al., 1994), un comportamiento que es más probable en torno al parto. El aislamiento es un importante paso preliminar en la formación del vínculo materno-neonatal ya que protege de perturbaciones por parte de congéneres y depredadores, y facilita las interacciones tempranas. En algunas especies, el aislamiento se mantiene mediante una agresión vigorosa hacia otras hembras.

A los pocos minutos del parto, la madre lame al recién nacido y los fluidos fetales que se derraman en el piso. Las membranas fetales también se consumen durante el proceso de limpieza. Se ha demostrado en ovejas, y menos claramente en las vacas, que los fluidos del parto son normalmente repulsivos, pero pueden volverse temporalmente atractivos en el parto (Poindron et al., 1993; Levy et al., 1996)

En condiciones naturales, la vaca y el ternero permanecen juntos hasta que el ternero es destetado gradualmente, aproximadamente entre los 8 y los 11 meses (Reinhardt & Reinhardt, 1981). A medida que el ternero crece, la madre y el ternero aumentan el tiempo que pasan separados, y los períodos de lactancia se vuelven menos frecuentes, pero más prolongados (Vitale et al., 1986; Kerr & Wood-Gush, 1987; Kour et al., 2021). Durante el día, los terneros suelen permanecer juntos en guarderías, mientras las vacas pastan cerca (Vitale et al., 1986), por lo que la vaca y el ternero podrían adaptarse naturalmente a separaciones temporales entre ellos.

En la industria láctea actual los terneros suelen ser separados de sus madres inmediatamente o durante las primeras horas después del parto, lo que dificulta el comportamiento maternal de las vacas y la producción de leche continúa sin los terneros. Esta práctica se llama destete temprano y se ha demostrado que es estresante tanto para los terneros como para las vacas (Mandel & Nicol, 2017). La separación abrupta de madre y cría tiene una serie de consecuencias fisiológicas y conductuales para ambos animales, que pueden reconocerse inmediatamente después de la separación, y algunas de las cuales incluso pueden transferirse a las vaquillonas de la próxima generación (Mandel & Nicol, 2017).

Cuando los rumiantes se mantienen en una zona de pastoreo abierta o en un bosque, el comportamiento maternal se inicia varias horas antes del parto, cuando la madre sale del rebaño para localizar un sitio de parto, preferiblemente en un lugar protegido (Lidfors et al., 1994). Esto se cree que es para reducir el riesgo de depredación de la cría, pero también para permitir el vínculo entre la madre y que el vínculo se establezca sin las molestias de otros miembros de la manada (Leuthold, 2012). En las horas después del parto, la madre invertirá la mayor parte de su tiempo lamiendo a la cría (Edwards & Broom, 1982; Jensen, 2012). Se ha sugerido que este comportamiento estimula la actividad de los terneros, por ejemplo, acortando el retraso en los primeros intentos de ponerse de pie (Metz & Metz, 1986), así como facilitar el establecimiento del vínculo madre-cría (Edwards & Broom, 1982; Von Keyserlingk & Weary, 2007).

En cuanto a las vacas, se descubrió que el comportamiento de lamer reduce la frecuencia cardíaca del receptor (Laister et al., 2011). Estos hallazgos sugieren que el comportamiento de lamer puede tener un papel en aliviar el malestar (Galindo & Broom, 2002). El cepillado de terneros y vacas podría imitar la estimulación táctil, que ocurre durante la lamida e induce un efecto calmante similar (Westerath et al., 2014).

Cuando las madres y sus crías, fuertemente vinculados entre sí, se separan prematuramente, ambos realizan episodios de conductas de restablecimiento, como la locomoción (búsqueda) y las señales vocales, intercalados por períodos de depresión para conservar energía (Panksepp, 1998).

El destete temprano se implementa con el fin de mejorar la productividad de las vacas, facilitar el manejo del rebaño y evitar posibles infecciones entéricas y respiratorias neonatales, que siguen siendo un problema importante en los terneros (Svensson et al., 2003; Bolt et al., 2017).

En cuanto al bienestar de los terneros recién nacidos, los aditivos en la dieta, como los extractos vegetales o la monensina, tienen el potencial de influir en la fisiología y el comportamiento de los animales, tanto en la madre como en la cría. Como se ha mencionado, factores como el cortisol y los cambios en los parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, respiratoria, temperatura, etc.) son críticos durante el parto y las primeras etapas de vida. Estos aditivos podrían mejorar la adaptación de los terneros al ambiente extrauterino, modulando las respuestas de estrés y favoreciendo un patrón de comportamiento más estable y saludable (Popescu et al., 2013; Hayashi et al., 2021).

Los extractos vegetales han demostrado efectos positivos en la reducción del estrés en otros contextos, al mejorar la función inmunológica y reducir la inflamación, lo que podría traducirse en un menor impacto del estrés periparto sobre la cría (Popescu et al., 2013; Hayashi et al., 2021). En relación con el comportamiento, se ha observado que los aditivos dietéticos pueden afectar la capacidad de la madre para proporcionar un ambiente de cuidado adecuado, facilitando el víncul madre-cría y reduciendo comportamientos disruptivos post-parto como la locomoción excesiva o vocalizaciones asociadas al estrés de la separación (Mandel & Nicol, 2017; Panksepp, 1998).

El uso de aditivos dietéticos no solo impacta en la fisiología de los terneros, sino también en la interacción madre-cría, lo que podría disminuir el estrés asociado con la separación temprana y facilitar una adaptación más suave a su nuevo entorno, promoviendo la salud y el bienestar a largo plazo. Estudios realizados en otras especies sugieren que la inclusión de ciertos aditivos pueden mejorar el comportamiento de la cría, al influir en las respuestas hormonales y en el establecimiento de vínculos maternos, lo que en conjunto favorece una mejor adaptación al proceso de destete (Galindo & Broom, 2002; Westerath et al., 2014).

HIPÓTESIS

Vacas lecheras que reciben adición de una mezcla de extractos vegetales a la dieta durante el preparto (30 días) y sus crías presentan similar patrón de comportamiento, variables fisiológicas y morfológicas al parto que aquellas tratadas con monensina, pero mejora las condiciones al compararlas con aquellas sin aditivos en la dieta, con respecto a la respuesta al estrés del parto.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si la inclusión de una mezcla de extractos vegetales o monensina en la dieta de vacas lecheras durante los últimos 30 días de gestación afecta la respuesta comportamental al parto tanto de las vacas como de las crías al momento del parto, y la respuesta en las variables fisiológicas y morfológicas de las crías al parto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar si la inclusión de una mezcla de extractos vegetales o monensina en la dieta de vacas lecheras durante los últimos 30 días de gestación afecta:

- El tiempo de expulsión de la cría.

- El tiempo desde la expulsión al decúbito esternal.
- El tiempo desde el nacimiento hasta amamantar por primera vez.
- Parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, respiratoria, temperatura) y morfológicos de las crías al momento del parto (circunferencia de la cabeza, torácica, abdominal, altura a la cruz y largo del cuerpo).
- Los comportamientos hasta el primer amamantamiento, parámetros fisiológicos y morfológicos de las crías entre vacas multíparas y primíparas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de campo se realizó entre el 7 de marzo de 2022, hasta el 30 de abril de 2022, en la Plataforma Experimental de Lechería de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), ubicada en el departamento de Paysandú, km 363 de la Ruta 3, Paysandú. La concentración de cortisol sérico se analizó en el Laboratorio de Endocrinología y Metabolismo Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.

Todos los procedimientos de manejo y protocolos experimentales se realizaron de acuerdo a las directrices de la Comisión de Experimentación y Uso de Animales de la Facultad de Agronomía (protocolo CEUA: ID 1330 y 1394; Exp: 020300-000055-22).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizaron 60 vacas Holstein (36 multíparas y 24 primíparas). Las vacas fueron bloqueadas por número de lactancia/paridad, fecha probable de parto, PV y estado corporal utilizando la escala de 1-5 (Edmonson et al.,1989) Dentro de cada bloque se distribuyeron 15 corrales (4 vacas/corral) y se asignaron al azar a uno de tres tratamientos alimenticios (N = 5 corrales / tratamiento).

Los tratamientos fueron: 1) un control alimentado con ración totalmente mezclada (TMR) sin agregarle ningún aditivo (**CON**), 2) la misma TMR con la adición de 0,3 gramos de monensina por vaca diariamente (**MON**) o 3) la adición de una mezcla de extractos vegetales y polifenoles (50 gramos por vaca por dia). Los extractos vegetales incluyeron Transcinnamaldeídos (hasta 1000ppm), Polifenoles (hasta 450ppm), Curcuminoides (hasta 280ppm) y Piperina (hasta 15ppm). Los tratamientos comenzaron 30 días antes de la fecha esperada de parto de cada animal, donde todas las vacas consumieron TMR y se le agregó el aditivo correspondiente a su tratamiento.

Manejo de los animales

A medida que los animales cumplían 30-d anteriores a la fecha probable de parto ingresaban al lote de preparto, alojándose en los corrales, allí se monitorearon los signos prodrómicos de parto continuamente mediante cámaras y recorridas cada dos horas.

Las vacas se alojaron en corrales techados y manejados en un sistema de cama caliente (compost barn) descritos por Pons et al. (2023). Cada corral contaba con un área de piso de cemento dónde se ubicaba el comedero y bebedero, disponiendo de agua fresca en todo momento. La cama consistía en una combinación de sustratos compuesta por aserrín, virutas de madera, cáscara de arroz y se laboraba diariamente para distribuir las deyecciones de las vacas, mezclándose con los

sustratos de la cama para fomentar un proceso de compostaje aeróbico (Leso et al., 2020).

Las vacas fueron alimentadas una vez al día exclusivamente con ración totalmente mezclada (TMR), ofreciéndoles 12,6 y 15,4 kg MS/vaca/día a primíparas y multíparas respectivamente. El consumo final para los tratamientos fue de 11,5 kg de MS/vaca/día en primíparas y 14 kg de MS/vaca/día en multíparas.

Las vacas recibieron una dieta aniónica para prevenir trastornos metabólicos entorno al parto, controlando la efectividad mediante medición de pH en orina de forma semanal. Las vacas del tratamiento EV estuvieron 28 días en el preparto, las del tratamiento MON 30 días y las vacas CON 27 días.

Duración, determinaciones y cálculos

La duración total del experimento fue de 54d. La secuencia de mediciones y registros realizadas sobre cada vaca y su ternero se muestra en la Figura 1. Al parto se evaluaron los tiempos de las distintas fases.

Evaluación del proceso de parto y tiempos hasta el primer amamantamiento (Comportamiento)

En el momento del parto se registró la hora en que se constataron los eventos presentados en la Tabla 1 y 2. Utilizando los datos de las horas registradas se calcularon individualmente para cada parto los intervalos de tiempo (en minutos, tabla 3) entre los eventos presentados en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Parámetros y criterios para evaluar los comportamientos en vacas al parto.

Parámetro	Criterio
Comienzo de contracciones abdominales	Comienzo de esfuerzos expulsivos de la prensa abdominal.
Visualización del saco amniótico	Presencia de porciones de membrana amniótica en el orificio vulvar.
Visualización de extremidades por vulva	Presencia de la pezuña de al menos una extremidad.
Expulsión completa del ternero	La expulsión total se considera cuando ninguna estructura del ternero se encuentra dentro del canal vaginal de la vaca.

Tabla 2. Parámetros y criterios para evaluar los comportamientos en terneros desde el nacimiento hasta el primer amamantamiento exitoso.

Parámetro	Criterio
Ternero en decúbito esternal	Tiempo que demora en incorporarse desde decúbito lateral (nacimiento) a esternal
Ternero en pie	Tiempo en lograr mantenerse en las cuatro extremidades durante más de 5 segundos
Amamantamiento exitoso	Momento en que el ternero captura el pezón y realiza succión

Tabla 3. Parámetros y criterios para evaluar los tiempos de expulsión, posición decúbito esternal, pararse y latencia en mamar en terneros.

Parámetro	Criterio
Expulsión (min)	Tiempo comprendido desde la observación de la membrana amniótica en el canal de parto, hasta que ninguna extremidad ni porción de la cría se encuentra en el canal vaginal.
Decúbito esternal (min)	Tiempo desde la expulsión hasta que la cría logra apoyar el esternón y los miembros anteriores estén flexionados en simultáneo, por sí misma.
Pararse (min)	Tiempo que transcurre entre la posición de decúbito esternal hasta que la cría logra mantenerse en estación sobre sus cuatro patas por más de cinco segundos de manera estable.
Mamar (min)	Tiempo desde el parto hasta que la cría encuentra el pezón y logra una succión efectiva.

En los casos que la fase de expulsión superó los 60 minutos en una vaca, y 90 minutos, en una vaquillona, se intervino traccionando manualmente el ternero desde el lugar donde se encontraba el animal, con sus respectivos requisitos profilácticos y sanitarios, y en los casos que resultó dificultoso, se trasladó a la vaca para proceder con la extracción forzada mediante el fórceps. En este último caso, se realizó asepsia de la piel y aplicó anestesia epidural (Lidocaína 2%) entre los 2 primeros espacios intervertebrales coccígeos, aplicando 1 mL cada 100 kg de peso vivo, para posteriormente higienizar la vulva y zona perineal, realizando una exploración vaginal para obtener un diagnóstico de situación y proceder a la extracción forzada. Una vez extraído el neonato, se procedió normalmente con los registros de la planilla, aclarando que este fue un parto distócico. Se registraron 6 partos distócicos del tratamiento EV, 5 del tratamiento MON y 7 del tratamiento CON.

Mediciones fisiológicas y morfológicas

Entre las 6 a 12 horas del parto la vaca ingresó al ordeñe, el ternero se llevó a la guachera, y se registró el peso tanto de la madre como de la cría.

Las constantes fisiológicas evaluadas en las crías fueron la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal y superficial perianal, en las narinas y en la base de la oreja inmediatamente luego del nacimiento mediante termómetro infrarrojo.

Las medidas morfológicas registradas en las crías al momento del parto fueron: circunferencia de la cabeza, altura a la cruz, circunferencia torácica, circunferencia abdominal y largo del cuerpo. Las definiciones adoptadas para cada una se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros y criterios para la toma de mediciones morfológicas en terneros.

Parámetro	Criterio
Circunferencia de la cabeza	Medida tomada alrededor del hueso parietal y la mandíbula, inmediatamente posterior a la orbital.
Altura a la cruz	Es la distancia perpendicular que existe desde el punto más elevado a la línea media de la cruz al plano de sustentación
Circunferencia torácica	Es el contorno alrededor del tórax, tomando detrás de la articulación del codo.
Circunferencia abdominal	Es el contorno del abdomen medido verticalmente a nivel del ombligo.
Largo del cuerpo	Es la distancia que existe, en línea recta, desde el punto posterior de inserción de la base de los cuernos o cresta de la nuca y el punto superior de la línea media de inserción del maslo de la cola.

También se extrajo sangre del ternero desde la vena yugular inmediatamente luego del nacimiento, antes de la separación del par madre-cría (6 a 12 horas después del nacimiento) y 24 horas después de la separación.

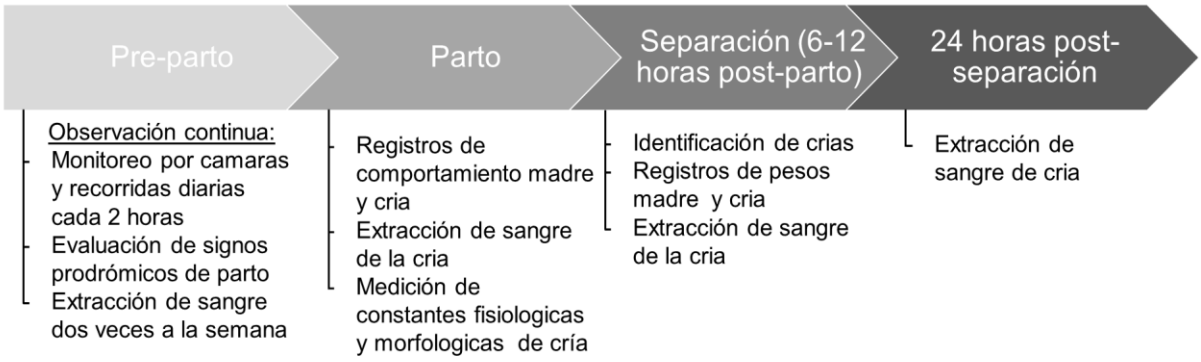


Figura 1: Secuencia de mediciones realizadas, desde el preparto hasta las 24 horas luego de la separación de la cría.

Los tubos sin anticoagulante se centrifugaban a 3000 rpm durante 10 minutos, se separó el suero que se almacenó en tubos tipo Eppendorfs a -20°C, para posteriormente medir el cortisol (Grille et al., 2019). Estas mediciones se determinaron en el Laboratorio de Endocrinología y Metabolismo Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. Las concentraciones de Cortisol fueron determinadas por un 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

Se analizó el tipo de distribución que presentaban los datos y de acuerdo con la distribución de los datos se realizó un ANOVA para medidas repetidas mediante procedimientos lineales mixtos (Proc Glimmix de SAS Studio®). Los efectos fijos para el comportamiento, medidas fisiológicas y morfológicas fueron el tratamiento, la paridad (primíparas y multíparas) y la interacción tratamiento x paridad. En el tiempo de expulsión no se tuvieron en cuenta los partos distócicos, y en los demás comportamientos se incluyeron todos los animales, con el tipo de parto como covariable. Para el cortisol sérico, con medidas repetidas en el tiempo se consideró además de los efectos anteriores, el efecto fijo del momento de medición y la interacción tratamiento x momento de medición. El animal fue objeto de análisis para datos repetidos en los diferentes momentos de medición y se utilizó una estructura de covarianza AR (1). Las medias se sometieron a una prueba de ANOVA, utilizando la prueba Tukey para la comparación de las mismas. Los resultados se expresaron como la media ± el error estándar de la media (EEM). Las diferencias se consideraron significativas con un alfa ≤ 0,05 o tendencia con un alfa entre 0,05 y 0,10.

RESULTADOS

Comportamiento desde el parto hasta el primer amamantamiento

En el tiempo de expulsión se encontraron diferencias entre tratamientos (P=0,04), el tratamiento CON demoro 87% más en expulsar el ternero respecto a MON y aunque no se detectaron diferencias para EV con los otros tratamientos, requirió 75% más tiempo que MON para la expulsión del ternero.

El tiempo que demoraron los terneros en incorporarse a posición esternal desde el parto no varió entre tratamientos y tampoco se encontraron diferencias en paridad, pero si hubo interacción tratamiento por paridad en esta variable (Tabla 5). Los terneros del tratamiento con EV, mostró menor tiempo al decúbito esternal que los tratamientos MON y CON en los terneros nacidos de vacas primíparas, sin encontrarse diferencias entre MON y CON (Figura 2A).

Tabla 5: Tiempos de expulsión fetal, parto – decúbito esternal, parto – ternero en pie, ternero en pie – amamantamiento, frecuencia cardiaca, respiratoria y temperatura rectal de los terneros.

	Tratamiento				Valor P		
	CON	MON	EV	EEM	T	Par	T*Par
Expulsión fetal (min)	45,5 ***a***	24,3 ***b***	42,7 ***ab***	7,5	0,04	0,44	0,59
Parto-decúbito esternal del ternero (min)	7,8	8,0	5,9	2,0	0,46	0,72	0,02
Parto-ternero en pie (min)	56,9	48,4	52,1	8,6	0,75	0,17	0,02
Ternero en pie-amamantamiento (min)	75,1 ***a***	35,8 ***ab***	29,3 ***b***	10,9	0,02	0,06	0,41
Frecuencia respiratoria (rpm)	51,4	48,6	45,6	4,1	0,59	0,93	0,22
Frecuencia cardiaca (lpm)	156,9	157,7	153,7	7,7	0,93	0,61	0,40
Temperatura rectal en terneros (ºC)	38,2	37,8	38,6	0,5	0,52	0,37	0,36

CON: tratamiento control sin aditivos. **MON:** tratamiento con monensina. **EV:** tratamiento con extractos vegetales.
EEM: error estándar. **T:** tratamiento. **Par:** paridad (multíparas y primíparas). **T*Par:** interacción tratamiento-paridad.
Letras diferentes en la misma fila, muestran diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

Con respecto al tiempo de latencia para pararse, no se encontraron diferencias entre tratamientos ni entre paridades (Tabla 5). Por otra parte, existió interacción entre tratamiento por paridad (P=0,02), mostrando mayor tiempo el tratamiento de multíparas tratadas con EV respecto a las multíparas tratadas con MON (Figura 2B).

Existen diferencias entre los tratamientos en los tiempos desde que los terneros estaban en pie hasta que se amamantaban (Tabla 5). Las vacas tratadas con EV

tuvieron terneros que demoraron un 61% menos en amamantar que el tratamiento CON. En cuanto al tratamiento MON, los terneros tardaron un 52,3% menos que el tratamiento CON, pero no mostraron diferencias con respecto a los tratamientos CON ni EV.

En este comportamiento se encontró una tendencia entre paridades, donde los terneros nacidos de vacas multíparas demoraron más en mamar (60,2 ± 9,3 min) que los terneros nacidos de las vacas primíparas (33,3 ± 8,7 min, P=0,06, Tabla 5). No se encontraron diferencias en cuanto a la interacción del tratamiento por paridad (Tabla 5).

No se encontraron diferencias en la frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura rectal entre tratamientos o paridades. Además, no hubo interacción entre tratamientos por paridad para estos parámetros (P>0,05, Tabla 5).

Morfología

No se encontraron diferencias entre tratamientos en el peso de los terneros, ni tampoco se observó influencia de la paridad o interacción tratamiento por paridad (P>0,05, Tabla 7).

En la longitud del cuerpo en terneros, no se encontraron diferencias en la interacción de tratamientos por paridades, pero si diferencias entre tratamientos (P=0,02. Tabla 7). En este parámetro se encontró una tendencia entre paridades, en terneros nacidos de vacas primíparas (83,9 ± 0,8 cm) frente a terneros nacidos de multíparas (86,3 ± 0,8 cm).

Existen diferencias entre paridades para la circunferencia abdominal, midiendo más los terneros nacidos de vacas multíparas (79,4 ± 1,1 cm, Tabla 7) que los de vacas primíparas (76 ± 1,1 cm, Tabla 7). No hubo diferencias entre tratamientos ni interacción entre tratamiento por paridad.

No se encontraron diferencias entre tratamientos, paridades ni interacción para los parámetros de altura a la cruz, circunferencia de cabeza y circunferencia de tórax

Tabla 7: Altura a la cruz, longitud del cuerpo, circunferencia de cabeza, circunferencia del tórax, circunferencia abdominal y peso de en los terneros al nacimiento.

	Tratamiento				Valor P		
	CON	MON	EV	EEM	T	Par	T*Par
Peso del ternero (Kg)	37,0	38,4	38,7	1,1	0,57	0,21	0,27
Peso de la madre (Kg)	593	632	629	18,3	-	-	-
Altura a la cruz (cm)	75,2	74,8	73,8	0,8	0,46	0,87	0,51
Longitud del cuerpo (cm)	86,1 **ab**	86,5 **a**	82,8 **b**	0,9	0,02	0,06	0,23
Circunferencia de cabeza (cm)	49,6	49,7	49,4	0,6	0,93	0,86	0,84
Circunferencia del tórax (cm)	77,7	79,2	78,7	0,8	0,34	0,99	0,82
Circunferencia abdominal (cm)	76,8	77,6	78,6	1,3	0,63	0,03	0,54

CON: tratamiento control sin aditivos. **EV:** tratamiento con extractos vegetales. **MON:** tratamiento con monensina.
EEM: error estándar. **T:** tratamiento. **Par:** paridad (multíparas y primíparas). **T*Par:** interacción tratamiento-paridad.
Letras diferentes en la misma fila, muestran diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

.

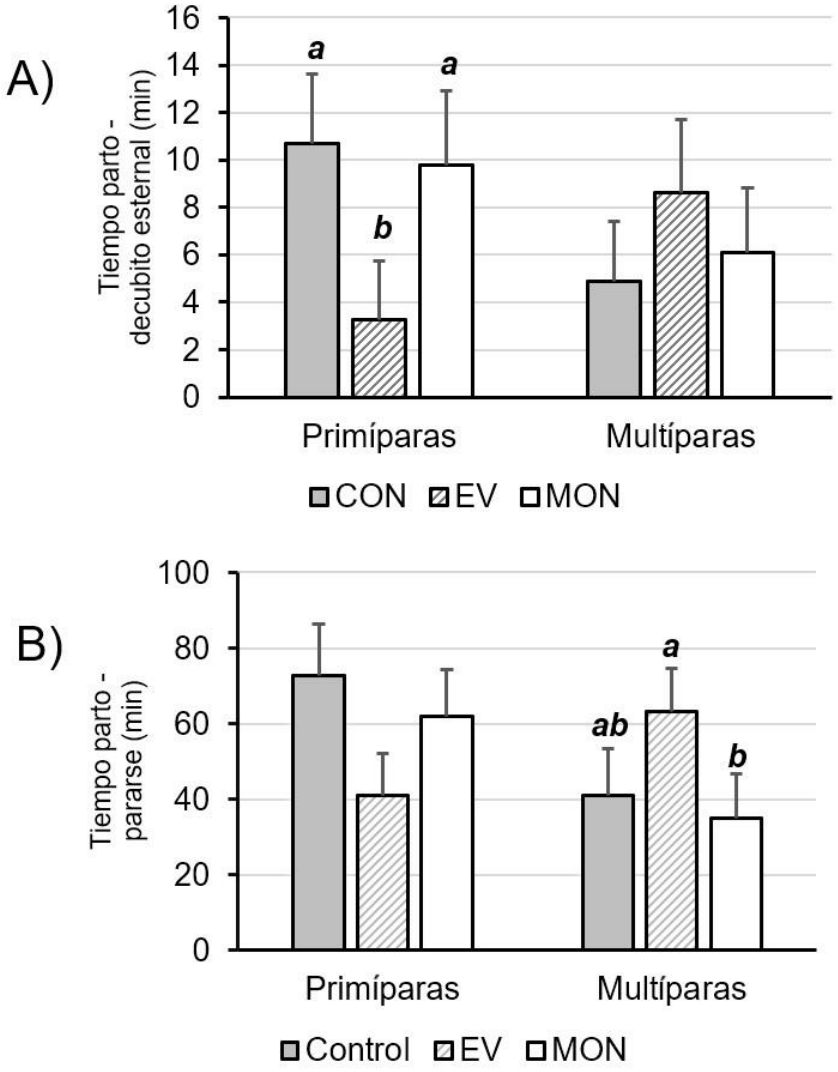


Figura 2: (A) Tiempo promedio desde el parto hasta la posición de decúbito esternal en terneros, según tratamientos y numero de paridades. (B) Tiempo promedio de latencia para pararse, según tratamientos y número de paridades.

Cortisol

No se encontraron diferencias entre tratamientos en las concentraciones de cortisol en suero (Tabla 6), pero si mostraron diferencia respecto al momento de la toma de muestra. A las 6-12 horas de separación de la madre y el ternero, los niveles de cortisol presentaron un aumento del 103% frente a los niveles séricos al nacimiento. Al comparar el siguiente momento de toma de muestra, el cortisol se redujo un 10% (Figura 3).

Tabla 6. Niveles de cortisol en terneros al parto.

	Tratamiento				P valor				
	CON	MON	EV	EEM	T	Par	Mom	T*Mom	Par*Mom
Cortisol en terneros al parto (ng/mL)	9,5	9,9	9,3	0,6296	0,8	0,5	<0,0001	0,11	0,13

CON: tratamiento control sin aditivos. **MON:** tratamiento con monensina. **EV:** tratamiento con extractos vegetales.
EEM: error estándar.
T: tratamiento. **Par:** paridad (multíparas y primíparas). **Mom:** momento de toma de la muestra. **T*mom:** interacción tratamiento-momento.
Letras diferentes en la misma fila, muestran diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

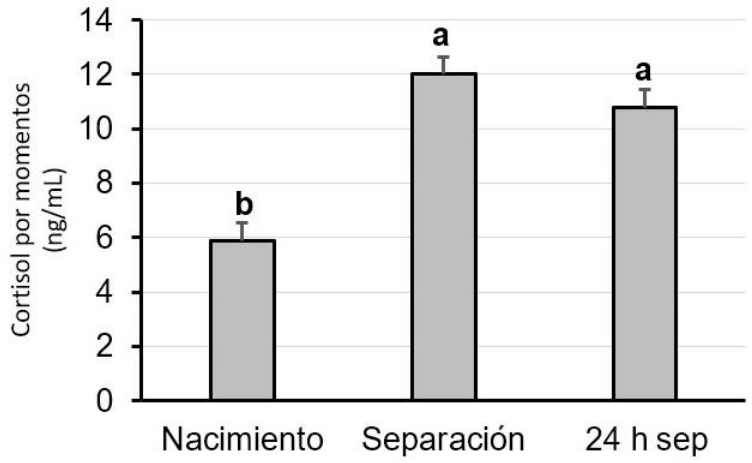


Figura 3. Cortisol sérico (ng/mL) en terneros al nacimiento, separación (6-12 horas luego del nacimiento) y a las 24 hs de la separación de la madre.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio podrían indicar que la inclusión de aditivos, específicamente los extractos vegetales estudiados y la monensina en la dieta, tienen un impacto positivo en la calidad del parto, y en la latencia del ternero para ponerse de pie y amamantar. Se observó que vacas del tratamiento con monensina presentaron un tiempo de expulsión fetal menor al tratamiento control, pero no significativo frente al tratamiento de extractos vegetales, el cual presentó menos tiempo que el tratamiento CON, y se acercó a los valores de la monensina. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre parámetros morfológicos, fisiológicos o de peso al nacer entre los tratamientos, lo que sugiere que la inclusión de EV en la dieta puede mejorar ciertos aspectos en el proceso del parto sin afectar de manera negativa la salud de los animales.

La fase de expulsión en vacas dura en promedio 30-70 minutos y puede aumentar en el caso de las primíparas (Simões & Stilwell, 2021). Sin embargo, en nuestro estudio no se encontraron diferencias entre vacas primíparas y multíparas, y se encontraron dentro de los rangos normales. Los terneros hijos de vacas del tratamiento MON fueron expulsados más rápido que los terneros de vacas el tratamiento EV y que el tratamiento CON, existiendo diferencia solo entre tratamiento MON y CON. Teniendo en cuenta que la inclusión de monensina en la dieta, resulta en un mejor aprovechamiento de los nutrientes, provocando así, un BEN menos acentuado (Drong et al., 2016). Podemos afirmar que los desbalances metabólicos como la hipocalcemia puerperal, se pueden prevenir más fácilmente, siendo menos probable un parto distócico, y así, una expulsión fetal prolongada, la cual puede verse afectada por muchos factores más, como desproporciones materno-fetales, problemas genéticos, edad, etc.

No se observaron diferencias en las constantes fisiológicas que se midieron (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal), ni entre tratamientos, ni paridad; esto está en consonancia con los resultados encontrados en comportamientos al parto. Estas variables fisiológicas podrían indicar diferentes respuestas al estrés en las crías, ya que el parto es su primer evento estresante, siendo vital que las crías logren pararse y amamantarse de forma adecuada luego del parto. Comparando con un estudio realizado por Silva et al., (2016) de 22 terneros Holstein a los que se le midieron parámetros vitales desde el nacimiento hasta el destete, la temperatura rectal en la primera semana de vida fue de 38,63 ± 0,24 °C durante el período experimental, siendo muy similares a los datos recabados en EEMAC. Se compararon también las mediciones de frecuencia cardíaca y respiratoria con un estudio realizado en Irlanda por Mee (2008a) de terneros Holstein-Friesian encontrándose en la frecuencia cardíaca con un rango de 100 a 150 lpm, siendo similares a los obtenidos en nuestro estudio, y en la frecuencia respiratoria un rango de 50 a 75 rpm, siendo el rango promedio más elevado que los terneros de nuestra investigación (48,5 ± 4,1 rpm).

En cuanto al peso al nacer de los terneros, no se encontraron diferencias ni entre tratamientos, ni entre paridades. El peso promedio de los terneros nacidos de vacas de CON, fueron quienes presentaron los pesos más bajos al nacer, seguido por el tratamiento MON y EV, siendo similares al compararlos frente al estudio realizado

por Koçak et al., (2007) en terneros Holstein donde el peso promedio fue de 38,79 ± 0,171 kg.

El tiempo que demora en ponerse en decúbito esternal promedio fue de 6 minutos aproximadamente similar a lo reportado por Mee (2008a) quien reportó un tiempo de 5 minutos. Se detectó una interacción entre tratamiento y paridad, entre los terneros hijos de vacas primíparas del tratamiento EV, que demoraron menos que el tratamiento CON y MON (P=0,02). Este parámetro, se considera uno de los mejores predictores de la viabilidad del recién nacido, ya que los terneros recién nacidos viables alcanzan el decúbito esternal en pocos minutos, esto refleja la función combinada de los sistemas cardiovascular, locomotor y nervioso (Schuijt, G., & Taverne, M. A, 1994), lo que puede explicar la rapidez con la que el ternero adopta la posición esternal.

Los terneros nacidos de madres del tratamiento MON, fueron los que demoraron menos en pararse, seguido del tratamiento EV y tratamiento CON. Este menor tiempo para pararse podría estar relacionado al menor tiempo de expulsión que tuvo el tratamiento MON. La medición del tiempo que tardó en pararse se comparó con datos recabados de una investigación de Owens et al., (1985) siendo los valores similares, hallándose diferencias entre terneros de vacas multíparas y sus tratamientos. Esta diferencia puede atribuirse a la acción de la monensina en la generación de un BEN menos acentuado, mejorando el aprovechamiento de los nutrientes, siendo los desbalances metabólicos previos al parto menos traumáticos para la madre y la cría. Además, ese mejor aprovechamiento energético, podría traducirse en una mayor oferta de energía para ese ternero previo al parto, es decir, mayor aporte de glucosa. Por otra parte, el tiempo de expulsión de la cría, puede condicionar el tiempo en que ese ternero adopte la posición esternal y luego de pararse.

Los terneros viables intentan levantarse en 15 minutos y alcanzan la posición de pie en 1 hora (Owens et al., 1985). En el presente estudio, los terneros se pusieron de pie en alrededor de 45 minutos, lo que refleja el vigor de estos, siendo similares al estudio anteriormente nombrado. Estos comportamientos innatos reflejan un buen funcionamiento de los sistemas cardiovascular, locomotor y nervioso. Por el contrario, los terneros de baja viabilidad no muestran este comportamiento innato o lo hacen con retraso (Mee, 2008b).

La latencia para mamar está relacionada con la latencia para ponerse de pie, y con la calidad y el interés que exista entre la madre y la cría. Estudios centrados en los mecanismos neurofisiológicos de la relación madre-cría luego del parto (Orihuela et al., 2021) han demostrado que la facilidad que brinda la madre para que el ternero acceda a mamar se atribuyen a una combinación de comportamientos maternos y señales sensoriales por parte de éstas. Las mismas adoptan posturas que facilitan el acceso al pezón, lo que reduce el tiempo que este tarda en comenzar a mamar. Además, las señales olfativas y acústicas emitidas por la madre guían al ternero hacia la ubre, facilitando el proceso. Por lo tanto, la latencia más larga para mamar se explica muy probablemente por la latencia para ponerse de pie y por la calidad del vínculo madre-cría, el que parece verse afectado por falta de bienestar o partos

dificultosos. En nuestro estudio, existió diferencia entre los tratamientos, y entre paridades. El tratamiento de EV demoró menos, y fue estadísticamente significativo respecto al tratamiento CON, lo que puede atribuirse a beneficios en el consumo de EV por parte de las madres. Esto podría estar debido a los efectos analgésicos que poseen los principios activos evaluados, aunque es necesario conocer mejor su efecto analgésico en rumiantes.

A modo de comparación, Ventorp y Michanek (1991) informaron que terneros Jersey amamantaron con éxito aproximadamente en 4 horas después del nacimiento, que es el doble y hasta triple del tiempo registrado para nuestros terneros Holando. Otro estudio realizado por Campler et al., (2015) en Dinamarca, arrojó datos muy similares a los mencionados, describiendo un promedio de 4 horas para terneros Holstein y Jersey. Esta diferencia podría estar debida a la alimentación que hayan tenido las vacas previo al parto, aunque también se deben tener en cuenta las condiciones diferentes del alojamiento y manejo en cada trabajo. En nuestro estudio, los animales del tratamiento CON demoraron casi el doble en amamantar, que los terneros de los tratamientos con MON y EV, por lo que la inclusión de estos aditivos podría mejorar la calidad del parto, traduciéndose en un período de tiempo menor para el ternero en amamantar con éxito.

Nuestra investigación no encontró diferencias entre tratamientos para el nivel de cortisol en terneros. Si se encontraron diferencias respecto al momento de la toma de muestra. El nivel de cortisol al nacimiento fue inferior frente a los niveles a la separación y 24 h post separación, lo cual demuestra cómo influye un evento estresor como lo es la separación de la madre para este parámetro hormonal. Se comparó con un estudio que realizó Gasparelli et al. (2009) donde analizó cortisol sanguíneo de terneros de raza Nelore, nacidos de partos eutócicos y distócicos, donde no encontró diferencia entre ellos, obteniendo mediciones de 9,85 µg/dl promedio entre ambos tratamiento (sin separarlos de las madres), siendo resultados similares a los obtenidos en nuestro trabajo. Además, demostró que el nivel de cortisol en neonatos disminuye al pasar las horas respecto al parto, ya que sufre una rápida metabolización por parte del organismo, lo que es crucial para la adaptación y bienestar del ternero en las primeras etapas vida. Cantor et al. (2019) por otra parte, asegura que la separación temprana del ternero tiene efectos negativos significativos en su bienestar y desarrollo. La separación produce un aumento de cortisol que indica una respuesta de estrés agudo que puede afectar el comportamiento, salud y capacidad de aprendizaje social a largo plazo (Cantor et al., 2019). Los valores evaluados en nuestro estudio se corresponden a una curva normal de separación, donde se aprecia una clara respuesta al momento de la separación con una posterior disminución de los niveles de cortisol sanguíneo pasadas las 24 horas de separación.

No se encontraron diferencias entre tratamientos, paridad, ni interacción para los parámetros de altura a la cruz, circunferencia de cabeza y circunferencia de tórax. Según un estudio de Benoit et al., (2022), en el cual se midió la altura de la cruz, circunferencia de cabeza y tórax en terneros al nacimiento, mostró que la altura de la cruz al nacimiento promedió 70 cm, siendo similar a los valores de nuestro estudio en el que la altura promediaba los 75 cm. La circunferencia torácica en el estudio de

Benoit promedió 75 cm al nacimiento, siendo 78 cm el promedio de nuestra investigación, considerándose valores similares. En la longitud del cuerpo se encontraron diferencias entre tratamientos, donde los terneros nacidos de vacas que consumieron EV tuvieron menor longitud del cuerpo que los nacidos de vacas que consumieron MON. Esto también podría afectar los tiempos de expulsión y por consecuencia el vigor de la cría. En relación a esto se ha reportado en otro trabajo que los terneros nacidos muertos tenían una mayor longitud del cuerpo que los nacidos vivos (sin asistencia al parto), lo que podría reflejar los tiempos de expulsión más cortos en los terneros nacidos vivos y con menor longitud corporal (Barrier et al., 2013).

Los resultados sugieren que el tratamiento con extractos vegetales (EV) tiene efectos positivos en el comportamiento postparto de los terneros, especialmente en aquellos nacidos de vacas primíparas. Los terneros de vacas tratadas con EV fueron más rápidos en alcanzar la posición de decúbito esternal y comenzaron a amamantar más pronto que los del tratamiento control (CON), lo que puede indicar una recuperación más rápida y un inicio más eficiente de la ingesta de calostro. Aunque no se observaron diferencias en cortisol, peso o morfología al nacimiento, los extractos vegetales podrían estar ayudando a reducir el tiempo de latencia en el comportamiento de los terneros, lo cual es clave para su salud y supervivencia.

No obstante, los efectos de los extractos vegetales fueron menos marcados en comparación con el tratamiento MON, que mostró mejoras en algunos comportamientos al parto. Estos hallazgos sugieren que los extractos vegetales podrían ser una opción útil para mejorar el bienestar y el rendimiento inicial de los terneros, particularmente en vacas primíparas, aunque sus efectos varían según el contexto de paridad.

Este estudio resalta la importancia de los aditivos en la mejora de la eficiencia del parto, el bienestar animal y el crecimiento de los terneros. Si bien la monensina mostró beneficios en la reducción de los tiempos de expulsión fetal, los extractos vegetales demostraron un efecto positivo en la rapidez con que los terneros comenzaron a amamantar, especialmente en vacas primíparas. Estos resultados ofrecen una visión integral de cómo diferentes enfoques de manejo pueden influir en el rendimiento de los terneros, mejorando la producción de carne o leche, mientras se abordan las preocupaciones relacionadas con la salud y el bienestar animal en la ganadería. En resumen, se resalta la importancia de continuar investigando estos aditivos en la alimentación del ganado lechero, no solo para incrementar la eficiencia productiva, sino también para promover buenas prácticas de manejo que favorezcan el bienestar animal y la sostenibilidad de la producción lechera.

CONCLUSIÓN

Esta investigación sugiere que la inclusión de monensina y extractos vegetales en la dieta antes del parto influye en el comportamiento de la vaca y su cría.

En el caso de la monensina, se observó una asociación con un tiempo de expulsión fetal menor, lo que indica una mejora potencial en la calidad de los partos. No obstante, la latencia para ponerse de pie y para amamantar de los terneros del tratamiento EV se acercó considerablemente al tratamiento MON, siendo menor que el tratamiento CON, lo que sugiere que su uso podría generar efectos similares a los efectos conocidos y muy eficientes, de la monensina.

A pesar de los resultados positivos asociados con la monensina, la falta de diferencias significativas en otros parámetros fisiológicos sugiere la necesidad de un enfoque más exhaustivo para estudiar los efectos de los extractos vegetales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abuelo, A., Hernández, J., Benedito, J., & Castillo, C. (2019). Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. *Antioxidants*, *8*(1). https://doi.org/10.3390/antiox8010020

Adams, D. C. (2005, December). Supplementation, Winter Cow Nutrition. *Proceedings, The Range Beef Cow Symposium*, *19* (p. 41). https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=rangebeefcowsymp

Aeschbach, R., Löliger, J., Scott, B. C., Murcia, A., Butler, J., Halliwell, B., & Aruoma, O. I. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, *32*(1), 31–36. https://doi.org/10.1016/0278-6915(84)90033-4

Agtarap, A., & Chamberlin, J. W. (1967). Monensin, a new biologically active compound. IV. Chemistry. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 7*, 359–362.

Akter, J., Hossain, M. A., Sano, A., Takara, K., Islam, M. Z., & Hou, D.-X. (2018). Antifungal Activity of Various Species and Strains of Turmeric (Curcuma SPP.) Against Fusarium Solani Sensu Lato. *Pharmaceutical Chemistry Journal, 52,* 320–325. https://doi.org/10.1007/s11094-018-1815-4

Allen, H. K., Levine, U. Y., Looft, T., Bandrick, M., & Casey, T. A. (2013). Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals. Trends in Microbiology, 21(3), 114–119. https://doi.org/10.1016/j.tim.2012.11.001

Almeida, J., & Resende, O.A. (2023). Feto macerado em vaca Holandesa: relato de caso. *Revista Saber Digital, 16*(1). https://doi.org/10.24859/SaberDigital.2023v16n1.1402

Alves dos Santos, A. (2021). *Efeitos da associação de Curcuma longa L. e Piper nigrum L. sobre a imunidade: uma revisão integrativa* [Tesis de grado, Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia]. https://bdm.unb.br/bitstream/10483/31707/1/2021_AmandaAlvesD

Amico, J. A., Vollmer, R. R., Karam, J. R., Lee, P. R., Li, X., Koenig, J. I., & McCarthy, M. M. (2004). Centrally administered oxytocin elicits exaggerated grooming in oxytocin null mice. *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, 78, 333–339.

Andolfato, G.M. (2014). Principais causas de distocia em vacas e técnicas para correção: revisão de literatura. *Revista Científica de Medicina Veterinária, 12*(22). http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/T9vhmIdJqYgu38W_2014-2-8-8-59-54.pdf

Arthur, G.H., Noakes, D.E., & Pearson, H. (1991). *Reproducción y Obstetricia en Veterinaria: Teriogenología* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Azuma, Y., Ozasa, N., Ueda, Y., & Takagi, N. (1986). Pharmacological studies on the anti-inflammatory action of phenolic compounds. *Journal of Dental Research, 65*(1), 53–56. https://doi.org/10.1177/00220345860650010901

Babygirija, R., Cerjak, D., Yoshimoto, S., Gribovskaja-Rupp, I., Bülbül, M., Ludwig, K., & Takahashi, T. (2012). Affiliative behavior attenuates stress responses of the gastrointestinal tract via up-regulating hypothalamic oxytocin expression. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 169, 28–33.

Bakshi, M. P. S., Wadhwa, M., & Makkar, H. P. S. (2017). Feeding of high-yielding bovines during transition phase. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 12.* https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201712006

Barrier, A. C., Mason, C., Dwyer, C. M., Haskell, M. J. & Macrae, A. I. (2013). Stillbirth in dairy calves is influenced independently by dystocia and body shape. *The Veterinary Journal*, *197*, 220-223. http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.12.019

Benoit, J., Echenagusia, J. M., & Gago, L. (2022). *Crecimiento y desarrollo de terneros de razas lecheras nacidos y alimentados con calostros producidos por vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento del secado* [Tesis de grado, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República]. Colibrí. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/39370

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

Bhat, B. G., & Chandrasekhara, N. (1986). Studies on the metabolism of piperine: absorption, tissue distribution and excretion of urinary conjugates in rats. *Toxicology, 40*(1), 83–92. https://doi.org/10.1016/0300-483x(86)90048-x

Bilkei, G. (1995). Herd health strategy for improving the reproductive performance of pigs. *Magyar Állatorvosok Lapja, 50*(10), 656, 766-768.

Bispham, J., Gardner, D. S., Gnanalingham, M. G., Stephenson, T., Symonds, M. E., & Budge, H. (2005). Maternal nutritional programming of fetal adipose tissue development: differential effects on messenger ribonucleic acid abundance for uncoupling proteins and peroxisome proliferator-activated and prolactin receptors. *Endocrinology, 146*(9), 3943–3949. https://doi.org/10.1210/en.2005-0246

Black, R. A., Whitlock, B. K., & Krawczel, P. D. (2017). Effect of maternal exercise on calf dry matter intake, weight gain, behavior, and cortisol concentrations at disbudding and weaning. *Journal of Dairy Science*, *100*(9), 7390–7400. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12191

Bolt, S. L., Boyland, N. K., Mlynski, D. T., James, R., & Croft, D. P. (2017). Pair Housing of Dairy Calves and Age at Pairing: Effects on Weaning Stress, Health, Production and Social Networks. *PloS one, 12*(1), e0166926. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166926

Botsoglou, N. A., Grigoropoulou, S. H., Botsoglou, E., Govaris, A., & Papageorgiou, G. (2003). The effects of dietary oregano essential oil and α-tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science, 65*(3), 1193–1200. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00029-9

Britt, J. H., Cushman, R. A., Dechow, C. D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M. F., Jones, G. A., Ruegg, P. S., Sheldon, I. M., & Stevenson, J. S. (2018). Invited review: Learning from the future-A vision for dairy farms and cows in 2067. *Journal of Dairy Science, 101(*5), 3722–3741. https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025

Broom, D. M., & Fraser, A. F. (2007). Welfare assessment in direct measures of good welfare. En D. M. Broom & A. F. Fraser (Eds.), *Domestic animal behaviour and welfare* (4th ed., p. 65). Cambridge University Press.

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

Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., & Ferret, A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science, 90*(6), 2580–2595. https://doi.org/10.3168/jds.2006-644c

Campler, M., Munksgaard, L., Jensen, M. B., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2015). The effect of housing on calving behavior and calf vitality in Holstein and Jersey dairy cows. *Journal of Dairy Science, 98*(3), 1797–1804. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8726

Camurça-Vasconcelos, A. L., Bevilaqua, C. M., Morais, S. M., Maciel, M. V., Costa, C. T., Macedo, I. T., Oliveira, L. M., Braga, R. R., Silva, R. A., Vieira, L. S., & Navarro, A. M. (2008). Anthelmintic activity of Lippia sidoides essential oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology, 154*(1-2), 167–170. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.02.023

Cantor, M. C., Neave, H. W., & Costa, J. H. C. (2019). Current perspectives on the short- and long-term effects of conventional dairy calf raising systems: a comparison with the natural environment. *Translational animal science*, *3*(1), 549–563. https://doi.org/10.1093/tas/txy144

Cardozo Salazar, P. W. (2005). *Efectos de los Extractos de Plantas sobre las Características de Fermentación Microbiana Ruminal en Sistemas In Vitro e In Vivo* [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa http://hdl.handle.net/10803/5682

Carro Travieso, María Dolores , Saro, C., Mateos, I., Díaz, A. and Ranilla, M. J. (2014). Perspectivas y retos de los extractos vegetales como aditivos alimentarios en rumiantes. *Albeitar*, 179; pp. 4-6.

Carvalho, F. A., Lammoglia, M. A., Simoes, M. J., & Randel, R. D. (1995). Breed affects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle

subjected to heat stress. *Journal of Animal Science*, *73*(12), 3570–3573. https://doi.org/10.2527/1995.73123570x

Chaves, A. V., Dugan, M. E. R., Stanford, K., Gibson, L. L., Bystrom, J. M., McAllister, T. A., Van Herk, F., & Benchaar, C. (2011). A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science, 141*(2–3), 213-220. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.006

Chaves, A. V., Stanford, K., Dugan, M. E. R., Gibson, L. L., McAllister, T. A., Van Herk, F., & Benchaar, C. (2008). Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, *117*(2–3), 215-224. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.013

Chaves, A. V., Stanford, K., Gibson, L. L., McAllister, T. A., & Benchaar, C. (2008). Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, *145*(1–4), 396-408. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.016

Chen, H. F., & Su, H. M. (2013). Exposure to a maternal n-3 fatty acid-deficient diet during brain development provokes excessive hypothalamic–pituitary–adrenal axis responses to stress and behavioral indices of depression and anxiety in male rat offspring later in life. *The Journal of Nutritional Biochemistry, 24*(1), 70–80. https://doi.org/10.1016/J.JNUTBIO.2012.02.006

Civelek, T., Çelik, H. A., Avcı, G., & Cingi, C. C. (2008). Effects of dystocia on plasma cortisol and cholesterol levels in Holstein heifers and their newborn calves. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy, 52*, 649-654.

Clark, D. A., Caradus, J. R., Monaghan, R. M., Sharp, P., & Thorrold, B. S. (2007). Issues and options for future dairy farming in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research, 50(*2), 203–221. https://doi.org/10.1080/00288230709510291

Colombatto, D. (2012). Avances en nutrición y manejo en el engorde a corral. *Veterinaria (Montevideo), 48*(1), 53-58.

Dahl, N., Albrecht, E., Dannenberger, D., Uken, K. L., Hammon, H. M., & Maak, S. (2020). Consequences of Maternal Essential Fatty Acid and Conjugated Linoleic Acid Supplementation on the Development of Calf Muscle and Adipose Tissue. *Animals*, *10*(9), 1598. https://doi.org/10.3390/ani10091598

Didry, N., Dubreuil, L., & Pinkas, M. (1994). Activity of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde and eugenol on oral bacteria. *Pharmaceutica Acta Helvetiae, 69(*1), 25-28. https://doi.org/10.1016/0031-6865(94)90027-2

Dillon, P., Hennessy, T., Shalloo, L., Thorne, F., & Horan, B. (2008). Future outlook for the Irish dairy industry: A study of international competitiveness, influence of

international trade reform and requirement for change. *International Journal of Dairy Technology, 61*(1), 16-29. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2008.00374.x

Drong, C., Meyer, U., von Soosten, D., Frahm, J., Rehage, J., Breves, G., & Dänicke, S. (2016). Effect of monensin and essential oils on performance and energy metabolism of transition dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100*(3), 537– 551. https://doi.org/10.1111/JPN.12401

Edwards, S. A., & Broom, D. M. (1982). Behavioural interactions of dairy cows with their newborn calves and the effects of parity. *Animal Behaviour*, *30*(2), 525-535. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(82)80065-1

Estrela, J. L. V., Guedes, R. N. C., Maltha, C. R. A., & Fazolin, M. (2003). Toxicidade de amidas análogas à piperina a larvas de Ascia monuste orseis Godart (Lepidoptera: Pieridae) e Spodoptera frugiperda. *Proteção de Plantas. Neotropical Entomology, 32*(2). https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200022

Fariña, S., Chilibroste, P. (2019). Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems, 176*, 102631. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001

Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, & World Organization for Animal Health (2003). *Joint FAO/OIE/WHO Expert Workshop on Non-Human Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance: Scientific assessment.* https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/68883/WHO_CDS_CPE_ZFK_2004.7.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Food and Drugs Administration. (2004). Listing of Specific Substances Affirmed as GRAS. En *Code of Federal Regulations. Title 21. 21CFR184. US Food and Drug Administration*. https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=184

Funston, R.N., Larson, D.M., & Vonnahme, K.A., (2010). Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. *Journal of Animal Science 88*, 205-215. https://doi.org/10.2527/jas.2009-2351

Galindo, F., & Broom, D. M. (2002). Effects of lameness of dairy cows. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, *5*(3), 193–201. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0503_03

García Sacristán, A. (1995). Fisiología del parto. En A. García Sacristán, *Fisiología veterinaria* (pp. 875-892). McGraw-Hill Interamericana.

Gasparelli, E. R. F., Camargo, D. G., Yanaka, R., Mendes, L. C. N., Peiró, J. R., Bovino, F., Perri, S. H. V., & Feitosa, F. L. F. (2009). Avaliação física e dos níveis séricos de cortisol de bezerros neonatos da raça Nelore, nascidos de partos normais e

auxiliados. *Pesquisa Veterinária Brasileira, 29*(10), 823-828. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2009001000008

Geraci, J. I., Garciarena, A., Gagliostro, G., Beauchemin, K., & Colombatto, D. (2012). Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. *Animal Feed Science and Technology, 176*(1-4), 123-130. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.015

Gessner, D. K., Koch, C., Romberg, F. J., Winkler, A., Dusel, G., Herzog, E., Most, E., & Eder, K. (2015). The effect of grape seed and grape marc meal extract on milk performance and the expression of genes of endoplasmic reticulum stress and inflammation in the liver of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science, 98*(12), 8856–8868. https://doi.org/10.3168/jds.2015-9478

Ghoshal, S., Prasad, B. N., & Lakshmi, V. (1996). Antiamoebic activity of Piper longum fruits against Entamoeba histolytica in vitro and in vivo. *Journal of Ethnopharmacology, 50(*3), 167–170. https://doi.org/10.1016/0378-8741(96)01382-7

Giannenas, I., Florou-Paneri, P., Papazahariadou, M., Christaki, E., Botsoglou, N. A., & Spais, A. B. (2003). Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with eimeria tenella. *Archives of Animal Nutrition, 57*(2), 99–106. https://doi.org/10.1080/0003942031000107299

Giannenas, I., Skoufos, J., Giannakopoulos, C., Wiemann, M., Gortzi, O., Lalas, S., & Kyriazakis, I. (2011). Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. *Journal of Dairy Science, 94*(11), 5569–5577. https://doi.org/10.3168/jds.2010-4096

Gohlke, A., Ingelmann, C. J., Nürnberg, G., Weitzel, J. M., Hammon, H. M., Görs, S., Starke, A., Wolffram, S., & Metges, C. C. (2013). Influence of 4-week intraduodenal supplementation of quercetin on performance, glucose metabolism, and mRNA abundance of genes related to glucose metabolism and antioxidative status in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 96*(11), 6986–7000. https://doi.org/10.3168/jds.2013-6852

Graminha, C. V., Martins, A. L. M., Faião, C. A., & Balsalobre, M. A. A. (2016). *Aditivos na produção de bovinos confinados*. SILO. https://silo.tips/download/aditivos-na-produao-de-bovinos-confinados

Grasso, E. C., Aoyama, E. M., & Furlan, M. R. (2017). Ação antiinflamatória de Curcuma longa L. (Zingiberaceae*). Revista Eletrônica Thesis, São Paulo, 28*, 117-129. https://irp-cdn.multiscreensite.com/6dae6f03/files/uploaded/Ac%C3%A7%C3%A3o%20anti%20inflamamat%C3%B3ria%20da%20Curcuma%20Longa.pdf

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

Greenwood, P. L., & Cafe, L. M. (2007). Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: long-term consequences for beef production. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience, 1*(9), 1283–1296. https://doi.org/10.1017/S175173110700050X.

Gubernick, D. J. (1981). Parent and infant attachment in mammals. En D. H. Gubernick & P. H. Klopfer (Eds.), *Parental care in mammals* (pp. 243-305). New York: Plenum Press. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4613-3150-6_7

Guo, X., Wang, Y., Zhu, Z., & Li, L. (2024). The role of plant extracts in enhancing nutrition and health for dogs and cats: Safety, benefits, and applications. Veterinary Sciences, 11(9), 426. https://doi.org/10.3390/vetsci11090426

Gupta, S. K., Bansal, P., Bhardwaj, R. K., & Velpandian, T. (2000). Comparative anti-nociceptive, anti-inflammatory and toxicity profile of nimesulide vs nimesulide and piperine combination. *Pharmacological Research, 41(*6), 657–662. https://doi.org/10.1006/phrs.1999.0640

Hayashi, H., Arai, C., Ikeuchi, Y., Yamanaka, M., & Hirayama, T. (2021). Effect of growth and parturition on hair cortisol in Holstein cattle. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, *92*(1), e13518. https://doi.org/10.1111/asj.13518

Hemme, T. (2017). *IFCN Dairy Report 2017*. Kiel, Alemania: IFCN Dairy Research Network.

Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., & Megías, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science, 83*(2), 169–174. https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169

Holland, M. D., & Odde, K. G. (1992). Factors affecting calf birth weight: a review. *Theriogenology, 38*(5), 769–798. https://doi.org/10.1016/0093-691x(92)90155-k

Hristov, A. N., Lee, C., Cassidy, T., Heyler, K., Tekippe, J. A., Varga, G. A., Corl, B., & Brandt, R. C. (2013). Effect of Origanum vulgare L. leaves on rumen fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 96*(2), 1189–1202. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5975

Ilsley, S. E., Miller, H. M., Greathead, H. M. R., & Kamel, C. (2003). Plant extracts as supplements for lactating sows: effects on piglet performance, sow food intake and diet digestibility. *Animal Science, 77*(2), 247–254. doi:10.1017/S1357729800058987

Instituto Nacional de la Leche. (2024). *Situación y perspectivas de la lechería uruguaya 2023*. https://www.inale.org/informes/informe-2023-capitulo-fase-industrial/

Jaguezeski, A. M., Perin, G., Bottari, N. B., Wagner, R., Fagundes, M. B., Schetinger, M. R. C., Morsch, V. M., Stein, C. S., Moresco, R. N., Barreta, D. A., Danieli, B., Defiltro, R. C., Schogor, A. L. B., & Da Silva, A. S. (2018). Addition of curcumin to the diet of dairy sheep improves health, performance and milk quality. *Animal Feed Science and Technology, 246,* 144-157. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.010

Jang, I.S., Ko, Y.H., Kang, S.Y., & Lee, C.Y. (2007). Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology, 134*(3–4), 304-315. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.06.009

Jensen, M. B. (2012). Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 139, 195-202. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.002

Katiki, L. M., Chagas, A. C., Bizzo, H. R., Ferreira, J. F., & Amarante, A. F. (2011). Anthelmintic activity of Cymbopogon martinii, Cymbopogon schoenanthus and Mentha piperita essential oils evaluated in four different in vitro tests. *Veterinary parasitology, 183(*1-2), 103–108. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.001

Kerr, S. G. C., & Wood-Gush, D. G. M. (1987). A comparison of the early behaviour of intensively and extensively reared calves. *Animal Science, 45*(2), 181–190. https://doi.org/10.1017/S0003356100018778

Khajarern, J., & Khajarern, S. (2002). The efficacy of origanum essential oils in sow feed. *International Pig Topics*, *17*, 17.

Kindahl, H., Kornmatitsuk, B., & Gustafsson, H. (2004). The cow in endocrine focus before and after calving. *Reproduction in domestic animals*, *39*(4), 217–221. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2004.00506.xE

Klerkx, L., & Nettle, R. (2013). Achievements and challenges of innovation co-production support initiatives in the Australian and Dutch dairy sectors: A comparative study. *Food Policy, 40,* 74-89. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.02.004

Koçak, S., Tekerli, M., Özbeyaz, C., & Yüceer, B. (2007). Environmental and genetic effects on birth weight and survival rate in Holstein calves. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences,* 31(4) 241-246

Kour, H., Corbet, N. J., Patison, K. P., & Swain, D. L. (2021). Changes in the suckling behaviour of beef calves at 1 month and 4 months of age and effect on cow production variables. *Applied Animal Behaviour Science, 236,* 105219. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105219

Kristal M. B. (2009). The biopsychology of maternal behavior in nonhuman mammals. *ILAR Journal*, *50*(1), 51–63. https://doi.org/10.1093/ilar.50.1.51

Laister, S., Stockinger, B., Regner, A.-M., Zenger, K., Knierim, U., & Winckler, C. (2011). Social licking in dairy cattle—Effects on heart rate in performers and receivers. *Applied Animal Behaviour Science*, *130*(3-4), 81-90. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.12.003

Leuthold, W. (2012). *African ungulates: A comparative review of their ethology and behavioral ecology*. Springer Verlag. https://books.google.com.uy/books/about/African_Ungulates.html?id=2a_wAAAAMAAJ&redir_esc=y

Lidfors, L. M., Moran, D., Jung, J., Jensen, P., & Castren, H. (1994). Behaviour at calving and choice of calving place in cattle kept in different environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 42(1), 11-28. https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90003-5

Lowe, L. B., Ball, G. J., Carruthers, V. R., Dobos, R. C., Lynch, G. A., Moate, P. J., Poole, P. R., & Valentine, S. C. (1991). Monensin controlled-release intraruminal capsule for control of bloat in pastured dairy cows. *Australian Veterinary Journal, 68*(1), 17–20. https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1991.tb09834.x

Malini, T., Arunakaran, J., Aruldhas, M. M., & Govindarajulu, P. (1999). Effects of piperine on the lipid composition and enzymes of the pyruvate-malate cycle in the testis of the rat in vivo. *Biochemistry and Molecular Biology International, 47*(3), 537–545. https://doi.org/10.1080/15216549900201573

Mandel, R., & Nicol, C. J. (2017). Re-direction of maternal behaviour in dairy cows. Applied *Animal Behaviour Science, 195*, 24-31. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.001

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

Martínez Martínez, R., Ortega Cerrilla, M.E., Herrera Haro, J.G., Kawas Garza, J.R., Zarate Ramos, J., & Robles Soriano, R. (2015). Uso de aceites esenciales en animales de granja. *Interciencia, 40*(11), 744-750. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33942541003

Mee, J. F. (2008a). Managing the cow at calving time. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*. https://doi.org/10.21423/aabppro20084364

Mee, J. F. (2008b). Newborn dairy calf management. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, *24*(1), 1–17. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.002

Mendi, M. (1988). The effects of litter size variation on mother-offspring relationships and behavioural and physical development in several mammalian species (principally rodents). *Journal of Zoology*, *215*(1), 15-34. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb04882.x

Metz, J., & Metz, J. H. M. (1986). Maternal influence on defecation and urination in the newborn calf. *Applied Animal Behaviour Science*, *16*(4), 325-333. https://doi.org/10.1016/0168-1591(86)90004-3

Mikuła, R., Pruszyńska-Oszmałek, E., Pszczola, M., Rząsińska, J., Sassek, M., Nowak, K. W., Nogowski, L., & Kołodziejski, P. A. (2021). Changes in metabolic and hormonal profiles during transition period in dairy cattle – the role of spexin. *BMC Veterinary Research, 17*(1). https://doi.org/10.1186/S12917-021-03069-4

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2014). *Resolución S/N/014.* https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-sn014-del-mgap

Mittal, R., & Gupta, R. L. (2000). In vitro antioxidant activity of piperine. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology, 22(*5), 271–274. https://doi.org/10.1358/mf.2000.22.5.796644

Nicodemo, M. L. F. (2001). *Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte.* Embrapa. http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/325185

Nowak, R., Porter, R. H., Lévy, F., Orgeur, P., & Schaal, B. (2000). Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction, 5*(3), 153–163. https://doi.org/10.1530/ror.0.0050153

Orihuela, A., Mota-Rojas, D., Strappini, A., Serrapica, F., Braghieri, A., Mora-Medina, P., & Napolitano, F. (2021). Neurophysiological Mechanisms of Cow–Calf Bonding in Buffalo and Other Farm Animals. *Animals : an Open Access Journal from MDPI, 11*.

Owens, J.L., Edey, T.N., Bindon, B.N., & Piper, L.R. (1985). Parturient behavior and calf survival in a herd selected for twinning. *Applied Animal Behaviour Science. 13*(4) 312–333. https://doi.org/10.1016/0168-1591(85)90012-7

Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford University Press. https://books.google.com.uy/books?id=qqcRGagyEuAC&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false

Parmar, V. S., Jain, S. C., Bisht, K. S., Jain, R., Taneja, P., Jha, A., Tyagi, O. D., Prasad, A. K., Wengel, J., Olsen, C. E., & Boll, P. M. (1997). Phytochemistry of the genus Piper. *Phytochemistry, 46*(4), 597-673. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00328-2

Pathak, N., & Khandelwal, S. (2007). Cytoprotective and immunomodulating properties of piperine on murine splenocytes: an in vitro study. *European Journal of Pharmacology, 576*(1-3), 160–170. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2007.07.033

Patra, A. K., & Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry, 71*(11-12), 1198–1222. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010

Pereira de Sousa, V.L. (2016). *Monensina Sódica* [Dissertação de Mestrado. Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, Portugal]. https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/5831

Piccione, G., Borruso, M., Fazio, F., Giannetto, C., & Caola, G. (2007). Physiological parameters in lambs during the first 30 days postpartum. *Small Ruminant Research*, *72*(1), 57-60. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.04.002

Pinos Rodríguez, J.M., & González Muñoz, S.S. (2000). Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes. *Interciencia, 25*(8), 379-385. https://www.redalyc.org/pdf/339/33905004.pdf

Poindron, P., Nowak, R., Lévy, F., Porter, R. H., & Schaal, B. (1993). Development of exclusive mother-young bonding in sheep and goats. *Oxford reviews of reproductive biology*, *15*, 311–364.

Popescu, S., Borda, C., Diugan, E. A., Spinu, M., Groza, I. S., & Sandru, C. D. (2013). Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *55*(1), 43. https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-43

Pordomingo, A., Kent, F., Volpi-Lagreca, G., & Alende, M. (2010). Efecto del nivel de alimentación en recría a corral sobre la respuesta animal en el pastoreo subsiguiente. *Revista Argentina de Producción Animal, 30*(10), 131-141. http://www.aapa.org.ar/rapa/30/2/001-NA855-Pordomingo.pdf

Pradeep, C. R., & Kuttan, G. (2002). Effect of piperine on the inhibition of lung metastasis induced B16F-10 melanoma cells in mice. *Clinical & Experimental Metastasis, 19*(8), 703–708. https://doi.org/10.1023/a:1021398601388

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria, 27*(1), 76-89. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009&lng=es&tlng=es

Rebuffé-Scrive, M., Walsh, U. A., McEwen, B., & Rodin, J. (1992). Effect of chronic stress and exogenous glucocorticoids on regional fat distribution and metabolism. *Physiology & Behavior*, *52*(3), 583–590. https://doi.org/10.1016/0031-9384(92)90351-2

Reinhardt, V., & Reinhardt, A. (1981). Natural sucking performance and age of weaning in zebu cattle (Bos indicus). *The Journal of Agricultural Science, 96(*2), 309–312. doi:10.1017/S0021859600066089

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

Roberts, S. J. (1986). *Veterinary Obstetrics and Genital Diseases. (Theriogenology)* (3rd ed., pp. 245-247). Edward Brothers Inc.

Rumsey, T. S. (1984). Monensin in cattle: introduction. *Journal of Animal Science, 58*(6), 1461–1464. https://doi.org/10.2527/jas1984.5861461x

Santana, P., Akana, S. F., Hanson, E. S., Strack, A. M., Sebastian, R. J., & Dallman, M. F. (1995). Aldosterone and dexamethasone both stimulate energy acquisition whereas only the glucocorticoid alters energy storage. *Endocrinology*, *136*(5), 2214–2222. https://doi.org/10.1210/endo.136.5.7720670

Santos, F. C. R., Santarosa, B. P., Dal Más, F. E., Silva, K. N., Guirro, E. C. B. P., & Gomes, V. (2023). Clinical physiological parameters of Holstein calves in the first

month of life. *Animal - Open Space*, 2, Article 100036. https://doi.org/10.1016/j.anosp.2023.100036

Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, *21*(1), 55–89. https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389

Schuijt, G., & Taverne, M. A. (1994). The interval between birth and sternal recumbency as an objective measure of the vitality of newborn calves. *The Veterinary record, 135*(5), 111–115. https://doi.org/10.1136/vr.135.5.111

Selvendiran, K., Banu, S. M., & Sakthisekaran, D. (2004). Protective effect of piperine on benzo(a)pyrene-induced lung carcinogenesis in Swiss albino mice. *Clinica Chimica Acta, 350*(1-2), 73–78. https://doi.org/10.1016/j.cccn.2004.07.004

Shiva, C., Bernal, S., Sauvain, M., Caldas, J., Kalinowski, J., Falcón, N., & Rojas, R. (2012). Evaluación del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare) y extracto deshidratado de jengibre (Zingiber officinale) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorda. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 23*(2):160-170. DOI:10.15381/rivep.v23i2.896

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 [Parâmetros vitais de bezerros Holandeses do nascimento ao desmame]. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 38(*3), 299-304. https://bjvm.org.br/BJVM/article/view/118

Silva, L.M.P.P., & Costa, C.P. (2023). Indução de parto em bovinos: uma revisão de literatura. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos, 6*(13). https://doi.org/10.5281/zenodo.8034513.

Simões, J., & Stilwell, G. (2021). *Calving Management and Newborn Calf Care: An Interactive Textbook for Cattle Medicine and Obstetrics*. Springer.

Squires, J. M., Foster, J. G., Lindsay, D. S., Caudell, D. L., & Zajac, A. M. (2010). Efficacy of an orange oil emulsion as an anthelmintic against Haemonchus contortus in gerbils (Meriones unguiculatus) and in sheep. *Veterinary Parasitology, 172*(1-2), 95–99. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.04.017

Stoldt, A. K., Derno, M., Das, G., Weitzel, J. M., Wolffram, S., & Metges, C. C. (2016). Effects of rutin and buckwheat seeds on energy metabolism and methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 99*(3), 2161–2168. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10143

Stoldt, A. K., Derno, M., Nürnberg, G., Weitzel, J. M., Otten, W., Starke, A., Wolffram, S., & Metges, C. C. (2015). Effects of a 6-wk intraduodenal supplementation with quercetin on energy metabolism and indicators of liver damage in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science, 98*(7), 4509–4520. https://doi.org/10.3168/jds.2014-9053

Sunila, E. S., & Kuttan, G. (2004). Immunomodulatory and antitumor activity of Piper longum Linn. and piperine. *Journal of Ethnopharmacology, 90*(2-3), 339–346. https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.10.016

Svensson, C., Lundborg, K., Emanuelson, U., & Olsson, S. O. (2003). Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Preventive Veterinary Medicine, 58(*3-4), 179–197. https://doi.org/10.1016/s0167-5877(03)00046-1

Tager, L. R., & Krause, K. M. (2011). Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 94*(5), 2455–2464. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3505

Talib, W. H., Alsalahat, I., Daoud, S., Abutayeh, R. F., & Mahmod, A. I. (2020). Plant-Derived Natural Products in Cancer Research: Extraction, Mechanism of Action, and Drug Formulation. *Molecules (Basel, Switzerland), 25*(22), 5319. https://doi.org/10.3390/molecules25225319

Taverne, M. A., Breeveld-Dwarkasing, V. N., van Dissel-Emiliani, F. M., Bevers, M. M., de Jong, R., & van der Weijden, G. C. (2002). Between prepartum luteolysis and onset of expulsion. *Domestic Animal Edocrinology, 23*(1-2), 329–337. https://doi.org/10.1016/s0739-7240(02)00168-6

Taverne, M., & Noakes, D. E. (2019). Parturition and the care of parturient animals and the newborn. En D. E. Noakes, T. J. Parkinson, & G. C. W. England (Eds.), *Veterinary reproduction and obstetrics* (10ª ed., pp. 115-147). Elsevier.

Tedesco, D., Domeneghini, C., Sciannimanico, D., Tameni, M., Steidler, S., & Galletti, S. (2004). Silymarin, a possible hepatoprotector in dairy cows: biochemical and histological observations. Journal of veterinary medicine. *A, Physiology, pathology, clinical medicine, 51*(2), 85–89. https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2004.00603.x

Tekippe, J. A., Hristov, A. N., Heyler, K. S., Cassidy, T. W., Zheljazkov, V. D., Ferreira, J. F., Karnati, S. K., & Varga, G. A. (2011). Rumen fermentation and production effects of Origanum vulgare L. leaves in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 94(*10), 5065–5079. https://doi.org/10.3168/jds.2010-4095

Uken, K. L., Schäff, C. T., Vogel, L., Gnott, M., Dannenberger, D., Görs, S., Tuchscherer, A., Tröscher, A., Liermann, W., & Hammon, H. M. (2021). Modulation of colostrum composition and fatty acid status in neonatal calves by maternal supplementation with essential fatty acids and conjugated linoleic acid starting in late lactation. *Journal of Dairy Science, 104*(4), 4950-4969. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19627

Unión Europea. (2003, setiembre 22). Reglamento (CE) No 1831/2003: Sobre los aditivos en la alimentación animal. Diario Oficial de la Unión Europea. https://www.boe.es/doue/2003/268/L00029-00043.pdf

Unión Europea. (2010, enero 10). Reglamento (CE) No 37/2010: Sobre sustancias farmacológicamente activas y su clasificación en relación con los límites máximos

de residuos en productos alimenticios de origen animal. Diario Oficial de la Unión Europea. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-80044

Unión Europea. (2013, enero 23). Reglamento de ejecución (CE) No 59/2013: por el que se modifica el anexo del Reglamento (UE) no 37/2010, relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal, en lo que respecta a la sustancia monensina. Diario Oficial de la Unión Europea. https://www.boe.es/doue/2013/021/L00021-00022.pdf

Van-Zyl, R. L., Seatlholo, S. T., van Vuuren, S. F., & Viljoen, A. M. (2006). The Biological Activities of 20 Nature Identical Essential Oil Constituents. *Journal of Essential Oil Research, 18*(sup1), 129–133. https://doi.org/10.1080/10412905.2006.12067134

Ventorp, M., & Michanek, P. (1991). Cow-calf behaviour in relation to first suckling. *Research in Veterinary Science*, *51*(1), 6–10. https://doi.org/10.1016/0034-5288(91)90022-g

Vitale, A. F., Tenucci, M., Papini, M., & Lovari, S. (1986). Social behaviour of the calves of semi-wild Maremma cattle, Bos primigenius taurus. *Applied Animal Behaviour Science, 16*(3), 217-231. https://doi.org/10.1016/0168-1591(86)90115-2

von Keyserlingk, M. A., & Weary, D. M. (2007). Maternal behavior in cattle. *Hormones and behavior*, *52*(1), 106–113. https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.015

Westerath, H. S., Gygax, L., & Hillmann, E. (2014). Are special feed and being brushed judged as positive by calves? *Applied Animal Behaviour Science*, *156*, 12-21. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.04.003

Williams, G. L., Gazal, O. S., Leshin, L. S., Stanko, R. L., & Anderson, L. L. (2001). Physiological regulation of maternal behavior in heifers: Roles of genital stimulation, intracerebral oxytocin release, and ovarian steroids. *Biology of Reproduction*, *65*, 295–300.

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science, 86*(14 Suppl), E140–E148. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459

Winkler, A., Gessner, D. K., Koch, C., Romberg, F. J., Dusel, G., Herzog, E., Most, E., & Eder, K. (2015). Effects of a plant product consisting of green tea and curcuma extract on milk production and the expression of hepatic genes involved in endoplasmic stress response and inflammation in dairy cows. *Archives of Animal Nutrition, 69*(6), 425–441. https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1093873

Winslow, J. T., & Insel, T. R. (1991). Social status in pairs of male squirrel monkeys determines the behavioral response to central oxytocin administration. *Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience, 11*, 2032–2038.

Winslow, J. T., Hastings, N., Carter, C. S., Harbaugh, C. R., & Insel, T. R. (1993). A role for central vasopressin in pair bonding in monogamous prairie voles. *Nature*, *365*, 545–548.

World Health Organization. (1999). *Monographs on selected medicinal plants (Vol. 1)*. 1999.

Youngquist, R. S., & Threlfall, W. R. (2006). *Current Therapy in Large Animal Theriogenology.* (2nd ed.). Elsevier.