

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**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.**

por

BENOIT, Jaime
ECHENAGUSÍA, Juan Martín
GAGO, Lorena

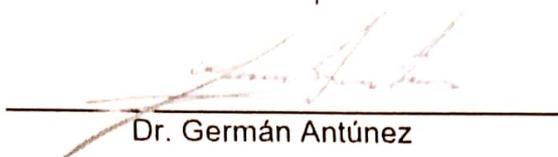
TESIS DE GRADO presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias

Orientación: Producción Animal
MODALIDAD: Ensayo Experimental

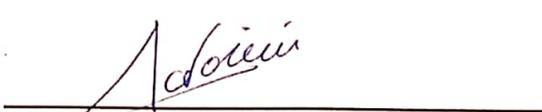
**MONTEVIDEO
URUGUAY
2022**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de mesa:


Dr. Germán Antúnez

Segundo miembro (tutor):


Dr. Maximiliano Pastorini

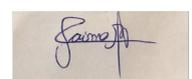
Tercer miembro:

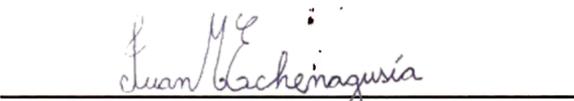

Dr. Joaquía Barca

Fecha:

08 de noviembre de 2022

Autoras:


Bach. Jaime Benoit


Bach. Juan Echenagusía


Bach. Lorena Gago

Agradecimientos:

A la Universidad de la República y Facultad de Veterinaria por permitirnos llevar adelante nuestra formación académica.

A nuestro tutor Dr. Maximiliano Pastorini por darnos la posibilidad de realizar nuestro trabajo de Tesis de grado, por su apoyo, paciencia y dedicación.

A nuestra familia por el apoyo incondicional, esfuerzo y afecto recibido durante toda la carrera.

A nuestros amigos y compañeros que formaron parte y fueron partícipes de todo este proceso de formación profesional, gracias por las experiencias y conocimientos compartidos.

A todos los que de una manera u otra colaboraron con el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS:.....	3
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY:.....	7
INTRODUCCIÓN:	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:.....	10
Producción lechera en Uruguay:.....	10
Crianza de las terneras en Uruguay:.....	10
Principales componentes del calostro bovino y su importancia en el desarrollo de los terneros.....	11
Factores que afectan la calidad del calostro:	13
Relación entre la Mastitis y el calostro.....	14
Métodos de evaluación del calostro:.....	15
Desarrollo morfológico en terneros: factores que afecta e importancia del monitoreo.....	16
HIPÓTESIS:.....	18
OBJETIVO GENERAL:	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS:.....	20
Estrategia de investigación y animales a utilizar:	20
Manejo de los animales:.....	20
Mediciones y determinaciones:	21
Análisis estadístico:	22
RESULTADOS:.....	23
DISCUSIÓN:	26
CONCLUSIÓN:	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	29

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Composición química de los alimentos utilizados en la alimentación de los terneros durante los primeros 30 días de vida	21
TABLA 2: Peso vivo, altura a la cruz y circunferencia torácica inicial y final en terneros neonatos nacidos y alimentado con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.....	23
TABLA 3. Consumo de leche, concentrado y total en terneros neonatos nacidos y alimentado con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.....	24

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 .Relación entre el peso vivo y la altura a la cruz en terneros neonatos nacidos y alimentado con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.....	24
FIGURA 2 .Relación entre el peso vivo y la circunferencia torácica en terneros neonatos nacidos y alimentados con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.....	25

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la ingesta de calostro producido por vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas (RCS) al momento de secado sobre el crecimiento y desarrollo en los primeros 30 días de vida en terneros nacidos de vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento de secado. Para ello se seleccionaron del rodeo del Campo Experimental N° 2 – Libertad de la Facultad de Veterinaria, Uruguay, 40 vacas lecheras multíparas y próximas al secado. Se clasificaron en dos grupos de 20 vacas cada uno, en función al RCS de los últimos tres controles mensuales previos al secado, resultando en un grupo de vacas con bajo RCS (menor a 200.000 células/ml) y otro grupo de vacas con alto RCS (mayor a 200.000 células/ml). De estos 2 grupos de vacas se obtuvieron 20 terneros y 20 calostros y con un arreglo factorial de tratamientos quedaron conformados 4 grupos de 10 terneros que fueron asignados a uno de los siguientes tratamientos: TACA = terneros nacidos de vacas con altos RCS al secado alimentados con calostro producido por vacas con altos RCS; TACB = terneros nacidos de vacas con altos RCS al secado y alimentados con calostro producido por vacas con bajos RCS al secado; TBCA = terneros nacidos de vacas con bajos RCS al secado y alimentados con calostro producido por vacas con altos RCS al secado; y TBCB = terneros nacidos de vacas con bajos RCS al secado y alimentados con calostro de vacas con bajos RCS al secado. Al nacimiento y posteriormente al día 10, 20 y 30 de vida se registraron el peso vivo, altura a la cruz y circunferencia torácica, además de medir diariamente desde el nacimiento hasta el día 30 el consumo de alimentos. No se observó efecto de la interacción entre el tipo de ternero y el tipo de calostro, ni del tipo de calostro o el tipo de ternero sobre el crecimiento y desarrollo de los terneros. Se concluye que en las condiciones en que se realizó este experimento, el crecimiento y desarrollo de los terneros de razas lecheras no fue afectado por el RCS al momento del secado de las vacas de las cuales provienen ni por el tipo de calostro utilizado.

SUMMARY

The aim of this research was to study the effect of the intake of colostrum, produced by cows with high and low somatic cell recount at the time of dry off, on growth and development of calves within the first 30 days of life, birthed by cows of high and low somatic cell recount at the moment of dry off. In order to do this, 40 multiparous and near dry off dairy cows were selected from the rodeo of the Campo Experimental N° 2 – Libertad de la Facultad de Veterinaria. They were classified into two groups of 20 cows each, according to their somatic cell recount (RCS). One of them with a considered low recount (under 200.000 somatic cells/ml) and the other one with a considered high recount (over 200.000 somatic cells/ml). From this two groups of cows, calves and colostrum were extracted, and applying a factorial design, four groups of 10 calves were obtained, to which each of the following treatments were assigned: TACA= calves birthed by cows of high RCS at dry off and fed with colostrum produced by cows with high RCS at dry off; TACB: calves birthed by cows of high RCS at dry off and fed with colostrum produced by cows of low RCS at dry off; TBCA: calves birthed by cows of low RCS at dry off and fed with colostrum produced by cows with high RCS at dry off; TBCB: calves birthed by cows of low RCS at dry off and fed with colostrum produced by cows with low RCS at dry off. At birth, and posteriorly, on the 10th, 20th and 30th day of life, live weight, height at withers and thoracic circumference were registered in addition to measuring daily, from birth to the 30th day of life, the intake of feed. No effect was observed from the interaction between the type of calf and the type of colostrum, or from the type of calf or the type of colostrum on the growth or development of the calves. It is concluded that, given the conditions under which this experiment was carried out, the growth and development of dairy cattle calves is unaffected by the RCS at dry off of the cows from which they come from.

INTRODUCCIÓN

Los bovinos se caracterizan por presentar placenta de tipo epiteliocorial, la cual no permite el pasaje de inmunoglobulinas maternas al ternero durante la gestación, por lo cual se puede considerar que los terneros nacen agamaglobulinémicos. Esto determina que los terneros neonatos necesariamente deberán adquirir las inmunoglobulinas a través de la ingesta de calostro, y a este pasaje de inmunoglobulinas se denomina transferencia de inmunidad pasiva (**TIP**; Godden, 2008).

El calostro bovino consiste en una mezcla de secreciones lácteas y constituyentes del suero sanguíneo, principalmente inmunoglobulinas (**Ig**) y otras proteínas séricas, así como también citoquinas, factores antimicrobianos no específicos y nutrientes, que se acumulan en la glándula mamaria durante el parto. Este proceso comienza 3 semanas previas al parto, bajo la influencia de hormonas lactogénicas como por ejemplo la prolactina. La IgG, IgM e IgA representan aproximadamente 85-90%, 5% y 7% respectivamente del total de inmunoglobulinas en el calostro (Godden, 2008).

Para lograr una exitosa TIP, el ternero debe consumir primero una suficiente cantidad de IgG del calostro y luego debe ser capaz de absorber una suficiente proporción de estas moléculas a la circulación (Godden, 2008). En lo que respecta a la calidad, se considera aceptable cuando un calostro tiene una concentración de IgG mayor a 50 g/L (McGuirk y Collins, 2004).

Utilizar un calostro de buena calidad es importante para lograr una adecuada TIP, lo que es determinante para lograr la supervivencia de los terneros neonatos ya que los que no la reciben presentan mayor susceptibilidad a las enfermedades infecciosas neonatales y tienen mayor riesgo de muerte (Robison, Stott y DeNise, 1988; Donovan, Doho, Montgomery y Bennett, 1998; Wittum y Perino, 1995).

Varios factores como la raza (Godden, 2008; Phipps, Beggs, Murray, Mansell y Pyman, 2017), la edad y paridad (Tyler, Steevens, Hostetler, Holle, y Denbigh, 1999; Morrill et al., 2012), duración del período seco (Rastani, Grummer, y Bertics, 2005; Van Knegsel, van der Drift, Cermáková, y Kemp, 2013), manejo nutricional y sanitario en el parto (Godden, Lombard, y Woolums, 2019), estrés calórico (Nardone, Lacetera, Bernabucci, y Ronchi, 1997; Monteiro, Tao, Thompson y Dahl, 2014), horas hasta la colecta (Quigley, Lago, Chapman, Erickson y Polo, 2013; MacFarlane, Grove-White, Royal y Smith, 2015), contaminación microbiana (James, Polan, Cummins 1981; Godden et al., 2019), mastitis (Maunsell et al., 1998; Ferdowsi et al., 2010), pueden afectar tanto la cantidad como la concentración de IgG presente en el mismo.

A nivel internacional, el porcentaje de terneros con falla en la TIP va desde 10 a 40% (Barry et al., 2019; Beam et al., 2009; Lawrence, Broerse, Hine, Yapura y Tulley, 2017; Trotz Williams, Leslie y Peregrine, 2008), y la producción de calostros de baja calidad oscila entre 15 y 77% (Barry et al., 2019; Dunn et al., 2017; Morrill et al., 2012; Phipps et al., 2017). En Uruguay es poca la información comparable respecto de TIP, ni sobre calidad de calostro. Según Silvia y Armand Ugon (2001) en un estudio en 426 terneros machos y hembras que estuvieron bajo un manejo tradicional del ternero al parto que consta separarlo de la madre a las 24-48 horas pos parto, el 20% de los animales no tuvieron una adecuada transferencia de inmunidad. Según Schild (2017) reporta que en el 60% de los tambos relevados se realiza calostrado natural, lo que posiblemente perjudica la TIP (Godden, 2018) y contribuiría a explicar la alta mortalidad en la crianza registrada (18%).(Schild, 2017)

Por otro lado, la mastitis es la principal enfermedad asociada a pérdidas económicas en los sistemas de producción lechera (Rabello et al., 2005; Wellenberg, Van der Poel y Van Oirschot, 2002) y a nivel nacional, la mastitis es una enfermedad endémica que produce

grandes pérdidas económicas para el sector (Giannechini et al., 2014). El promedio de recuento de células somáticas (RCS) de tanque en Uruguay es de 286.000 células/mL, pero solo un 53% de los productores presentan RCS de tanque < 300.000 células/mL, y un 37% de las muestras se encuentran entre 300.000-400.000 cel/mL (Ponce de León, 2017).

En función a la información expuesta anteriormente, y considerando que vacas con RCS >200.000 células/mL se consideran con inflamación de la glándula mamaria (Ruegg y Reinemann, 2002), podemos suponer que la mastitis es un problema importante en el rodeo lechero, que podría incidir negativamente en la calidad del calostro producido, y esto podría afectar el proceso de TIP, causando menor crecimiento y desarrollo de terneros en sus primeras semanas de vida.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Producción lechera en Uruguay

La producción de leche en nuestro país durante el año 2020 fue de 2.251 millones de litros, lo que representa un aumento del 5,4% comparado con el de 2019 y un 0,7% superior al de 2018 (INALE, 2020). En los últimos 10 años la producción de leche en nuestro país aumentó a una tasa acumulada anual del 3,0%, logrando actualmente una producción mayor del 32% comparada con la producción de leche del año 2010.

El precio en dólares para el año 2019 equivalió a US\$ 0,30 dólares lo cual es un 2% inferior al valor del año anterior y un 7% menor al de 2018, esto se explica debido a que el peso nacional sufrió una devaluación con respecto al dólar estadounidense (INALE, 2020), además hay que conocer los costos que genera la producción. En el año 2020 el costo promedio por litro de leche fue US\$0,27, valor que equivale a un 5% menos que en el ejercicio 2018/19.

En lo que respecta al mercado lechero y la comercialización del producto, en el año 2020 la exportación de leche fue del 73% del total producido, mientras que el restante 27% permaneció en el mercado interno. La exportación en dicho año aumentó un 6% en comparación al año anterior (INALE, 2020).

El destino de exportación de los productos lácteos en el período de 2019/2020 fueron 57 países, en los cuales sobresalen Argelia, Brasil, China, Rusia, México y Cuba, siendo los principales productos exportados fueron leche en polvo entera, leche en polvo descremada, quesos y mantecas. La facturación del mencionado período fue de US\$ 692 millones, lo que respecta a un aumento del 6% del valor del año 2019 (INALE, 2020).

En el período 2018/19 el Sistema Nacional de Identificación Ganadera - MGAP, reportó que la superficie explotada por la lechería fue de 762 mil hectáreas y la cantidad de establecimientos lecheros declarados fueron 3423 productores, lo que en comparación con el ejercicio anterior nos muestra que hubo un descenso del 7,2% de productores. A pesar del descenso de productores, la producción se logra mantener en base a la intensificación de los predios, apostando a nuevas tecnologías y mejoramiento genético entre otros factores (Dirección Estadísticas Agropecuario, DIEA, 2020). También la productividad fue acompañada debido a que existió un aumento en la cantidad de vacas en ordeño y de cantidad de superficie por predio lo cual permite a los productores aumentar la producción en sus establecimientos (DIEA, 2020).

La producción lechera de nuestro país posee una gran concentración de establecimientos en la zona de San José, Colonia y Florida, aunque hay actividad en todo el país (DIEA, 2020). Respecto a la tenencia de tierras, la mayoría son en base a propiedad y arrendamientos por parte de los productores. La producción está relacionada directamente con la cantidad de animales en ordeño, Florida es el departamento con mayor cantidad de cabezas (189 mil cabezas) seguido por San José (169 mil cabezas).

Crianza de terneras en Uruguay

La etapa de cría está establecida como el período que transcurre entre el nacimiento del animal hasta el desleche, lo que aproximadamente dura entre los 45 y 60 días de vida (Lagger, 2010). Uno de los objetivos en ésta etapa es acelerar el pasaje de lactante a rumiante (Berra, 2005). La correcta crianza de terneras tiene gran importancia debido a que aumentará la futura producción de leche del establecimiento por lo tanto es imprescindible brindarle una correcta atención y no relegarla de las prioridades del establecimiento (Quiroz y Ruiz, 2012), siendo el asesoramiento veterinario es fundamental para mejorar la salud, el bienestar, la nutrición de y la reproducción de los animales (Derks, Van Werven, Hogeveen y Kremer, 2014).

A nivel Nacional entre el año 2015 y 2016 se realizó una encuesta a 255 tambos donde se observaron que solo el 38,7% de los establecimientos posee asesoramiento continuo por parte de un veterinario al menos una vez al mes, mientras tanto el 61,3% de los encuestados solo eventualmente llamaban a un veterinario por algún acontecimiento puntual en el establecimiento, como algún animal enfermo o problemas en la sanidad (Schild et al., 2020).

Las primeras horas de vida del ternero neonato son extremadamente importantes para su futuro vital y productivo. Debido a esto durante las primeras 24 horas de vida, el ternero necesita absorber las Ig que provienen del calostro (Cuttance, Mason, Denholm y Laven, 2017). Lo ideal es separar a los terneros de su madre en las primeras 4-6 horas de vida para darle calostro de forma artificial (McGuirk y Collins, 2004), esto nos permite brindarle la cantidad necesaria de calostro, en un tiempo óptimo y de buena calidad. En nuestro país solamente el 4,8% de los productores realiza el calostrado de artificial, el restante 95,2% permiten que el ternero tome calostro directamente de la madre (Schild et al., 2020).

En un correcto plan de calostrado la situación ideal sería evaluar la calidad del calostro antes de su administración al ternero neonato, debido a que es uno de los factores que más influye en la cantidad de IgG consumida y en la concentración de IgG sérica alcanzada (Godden et al., 2019). A nivel nacional, dentro de los predios que realizan calostrado artificial, un 41,7% no realiza ninguna evaluación de la calidad de calostro suministrado, un 38,8% hace una evaluación por observación visual y el restante 19,5% utilizan un refractómetro o densímetro para evaluar la calidad (Schild et al., 2020).

Todas estas prácticas y errores en la crianza tienen una fuerte repercusión en la mortalidad en dicho período. Un trabajo realizado a nivel nacional, Meikle (2016) estimó que la mortalidad perinatal es del 4,2%-4,6%, mientras que una mortalidad total en el período de guachera del 8,9 al 11%. En un estudio más reciente, se estimó que la mortalidad desde el nacimiento al destete (0-75d) fue del 15,2%, dentro de las cuales se incluyen las muertes al parto (Schild et al., 2020).

Principales componentes del calostro bovino y su importancia en el desarrollo de los terneros

El calostro es la primera secreción láctea después del parto, es producido y acumulado por la glándula mamaria al final de la gestación (Bielman et al., 2010, McGrath, Fox, McSweeney y Kelly, 2016, Puppel et al., 2019), y es de suma importancia para el ternero recién nacido ya que el calostro es la principal fuente de IgG, esencial para la inmunidad pasiva, carbohidratos, grasa y proteínas (National Research Council, NRC, 2001).

La principal función del calostro es proteger de patógenos externos al recién nacido en las primeras semanas de vida, disminuyendo el riesgo de morbilidad y mortalidad. Además, estimula por medio de sus componentes la motilidad intestinal, acelera el desarrollo del sistema gastrointestinal, favoreciendo la eliminación del meconio y el establecimiento de los movimientos intestinales normales (Salazar, 2007, Godden, 2008).

El calostro comienza su formación (calostrogénesis) aproximadamente 3 semanas antes del parto, durante el final del periodo seco, siendo las hormonas lactogénicas las principales involucradas en este proceso (Foley y Otterby, 1978).

En el primer ordeño después del parto las concentraciones de los componentes del calostro (proteínas totales, grasa, inmunoglobulinas, péptidos, nitrógeno no proteico, vitaminas y minerales, hormonas, factores de crecimiento, citoquinas, y nucleótidos) son muy altas y luego comienzan a disminuir en los sucesivos ordeños hasta llegar a concentraciones normales de la leche (Godden, 2008), lo que resalta la importancia de que la cosecha del calostro se realice dentro de las primeras horas de parida la vaca (Hadorn y Blum, 1997). Un claro

ejemplo es el contenido de proteínas que se reducen a más de la mitad en el tercer ordeño luego del parto, debido principalmente a la disminución de la concentración de inmunoglobulinas (Ontsouka, Bruckmaier y Blum, 2003).

El calostro debe ser administrado al ternero lo antes posible luego del nacimiento, ya que las inmunoglobulinas contenidas en el calostro se absorben mayormente durante las primeras 16-27 horas post nacimiento, por lo que sería recomendable suministrar el calostro entre las primeras 4 horas de vida (Puppel et al., 2019).

El calostro contiene elevados niveles de Ig, que se dividen en diferentes tipos según sus propiedades fisicoquímicas, biológicas y propiedades inmunológicas (Puppel et al., 2019; Smolenski et al. 2007). Las inmunoglobulinas presentes se dividen en IgG, IgA y IgM (Puppel et al., 2019, Smolenski et al., 2007), dichas inmunoglobulinas representan el 70 a 80% del total de proteínas del calostro (Larson, 1992), las cuales son transferidas desde el torrente sanguíneo de la madre (Larson, Heary, Devery, 1980). Estas inmunoglobulinas se encuentran en distintas proporciones y aportan diversas funciones, entre el 85 al 90% de las Ig es IgG, 7% IgM y un 5% IgA (Butler, 1974; Casas y Canto, 2015; Jaster, 2005).

En cuanto a sus funciones, la IgG identifica y ayuda a destruir patógenos invasores, se pueden mover fuera del torrente sanguíneo y llegar a otras partes del cuerpo (Casas y Canto, 2015). Son producidas por las células plasmáticas del sistema linfático para luego ser transferidas a la glándula mamaria. Existen dos isotipos de IgG, la IgG₁ y la IgG₂, ambas trabajan en conjunto para proporcionar inmunidad al ternero hasta que se desarrolle el sistema inmunitario del mismo (Jaster, 2005).

El transporte de estos isotipos se realiza de forma pasiva en el caso de la IgG₁ y selectiva para las IgG₂, consiguiendo así un proceso que se torna sumamente rápido durante la etapa final de la gestación (Korhonen, Marnila y Gill, 2000). La IgM sirve como la primera línea de defensa en caso de septicemias, ya que se encuentra solo en la sangre protegiendo al animal de invasiones bacterianas y por último la IgA protege las superficies mucosas como las del intestino previniendo que los patógenos se adhieran a dicha superficie (Casas y Canto, 2015).

Otro componente del calostro es la grasa, la cual es sumamente importante ya que el ternero recién nacido tiene muy pocas reservas de energías, debido a la baja reserva corporal de lípidos que posee (3% del PV), siendo además la mayoría de estos lípidos estructurales, y no contribuyen en la generación de energía (Morril et al., 2012).

Dentro de los carbohidratos la lactosa es el más importante, ya aporta principalmente energía al ternero (Claeys et al., 2014), indispensable para órganos como el corazón, hígado y los riñones, además de estimular las funciones de la columna vertebral, las células nerviosas de la médula y el cerebro (Fiocchi et al., 2003).

El calostro constituye una rica fuente de factores de crecimiento, algunos son similares a la insulina (IGF-1 y IGF-II), otros son similares al derivado de las plaquetas (PDGF), crecimiento epidérmico, citocinas, e interleucinas. Estos factores sirven como estimulantes y mediadores en procesos que tienen lugar en las células (Elfstrand, Lindmark-Mansson, Paulsson, Nyberg y Akesson, 2002; McGrath, McSweeney y Kelly, 2016), y algunos presentan una función antimicrobiana, antiviral, antifúngica e inmunoreguladoras (Christiansen, Guoa y Kjeldenb, 2010).

Según Collier et al. (1991), la concentración de los factores de crecimiento es máxima durante las primeras horas post parto y declina significativamente con el tiempo.

Factores que afectan la calidad del calostro

La calidad del calostro puede variar mucho entre individuos y además es influenciada por numerosos factores (Phipps, Beggs, Murray, Mansell y Pymant, 2017). Algunos de los factores que influyen en esta variación son los siguientes:

Duración del período seco: Si el período seco es menor a tres semanas se producen calostros de menor calidad debido a que hay menos tiempo para acumular IgG en la glándula mamaria (Nousiainen et al., 1994). En períodos secos con una duración entre 20 y 60 días no se observaron diferencias significativas en lo que refiere a calidad de calostro (Shoshani, Rozen, Doekes, 2014).

Nutrición y manejo del preparto: Además de los días que se establecen de período seco el pre parto y su manejo también tienen consecuencia sobre el calostro, vacas en potreros individuales con suplementos de dieta preparto presentaron calostro con mejor calidad en comparación con otros potreros donde había vacas secas junto a vacas y vaquillonas pre parto sin una dieta ajustada a los requerimientos necesarios (Schogor et al., 2020).

Categoría: En cuanto a la categoría de los animales, varios autores coinciden que el calostro producido por animales de primer parto, generalmente, tiene una concentración menor de Ig que el producido por vacas con mayor número de partos, debido a que éstas han sido expuestas más veces a diversos antígenos (Devery y Larson, 1983; Godden, 2008).

Tiempo entre el parto y el primer ordeño: Según Godden (2008) la mayor concentración de IgG se encuentra inmediatamente después del parto, ya que la concentración de inmunoglobulinas disminuye rápidamente en los ordeños subsecuentes (Davis y Drackley, 1998; Oyeniyi y Hunter, 1978). Para lograr el ordeño de calostro de buena calidad, se debe ordeñar a la vaca entre 1 y 2 horas post parto, pero no más allá de las 6 hs (Godden, 2008). De acuerdo con un estudio (Moore, Tyler, Chigerwe, 2005) retrasar la extracción de calostro por 6, 10 o 14 horas post parto resultó en un 17%, 27% y 33% de descenso en la concentración de IgG calostrado respectivamente. Reschke et al. (2017) mencionan que el primer ordeño de calostro sea en las primeras 8 horas post parto está descrito como ideal, cuando este primer ordeño es realizado luego de un lapso de tiempo prolongado (mayor a 8 horas) está asociado con un calostro de baja calidad.

Puerperio: Las enfermedades del puerperio se encuentran significativamente asociadas con aumento del riesgo de producir calostro de baja calidad (por ejemplo hipocalcemia y retención de membranas fetales) (Reschke, 2017).

Volumen de calostro producido: El volumen del calostro colectado también afecta la calidad del mismo, ya que mayores volúmenes de calostro podrían diluir las IgG acumuladas en la glándula mamaria (Pritchett, Gay, Besser y Hancock, 1991). Las vacas que producen menos de 8.5 kg de calostro en el primer ordeño son más propensas a producir calostro de alta calidad (mayor a 50 g/L) que aquellas cuyo volumen de calostro al primer ordeño es mayor a 8.5 kg. Esta disminución podría ser atribuida a un efecto dilución (Pritchett et al., 1991).

Relación entre la Mastitis y el calostro:

La mastitis bovina es una enfermedad inflamatoria de la glándula mamaria caracterizada por un recuento de células somáticas (RCS) en la leche y por cambios patológicos en el tejido mamario (International Dairy Federation, 1987). Se considera para vacas sanas un RCS inferior a 200.000 células/mL en el caso de vacas multíparas y 100.000 células/mL para vacas primíparas (Harmon, 1994).

La prevalencia de la mastitis en el ganado lechero es alta y es una de las enfermedades más importantes que afecta mundialmente la producción y la industria lechera, debido a que ocasiona pérdidas económicas muy importantes a nivel mundial (Wellenberg, Van der Poel y Van Oirschot, 2002). A nivel productivo las principales pérdidas por ésta enfermedad refieren a disminución en la producción y calidad de leche, pérdidas por leche que se descarta, gastos derivados de honorarios veterinarios, compra de medicamentos, descarte de vacas, tiempo empleado (Halasa, Huijps, Osteras y Hogeveen, 2007).

En la bibliografía, la mastitis es clasificada de diversas maneras. La más utilizada y práctica es clasificarla en mastitis clínica y subclínica, la primera refiere a la presencia de alteraciones a nivel de la ubre y en leche fácilmente detectables, mientras tanto la mastitis subclínica no presenta cambios físicos a nivel de ubre y leche, sino que presenta recuentos elevados de células somáticas (Bramley et al., 1996).

Los microorganismos que causan mastitis se pueden clasificar epidemiológicamente en patógenos contagiosos, ambientales y oportunistas (Rossitto et al., 2002). Los microorganismos contagiosos son aquellos que se transmiten de vaca a vaca principalmente al momento del ordeño, y donde su reservorio primario que alberga los patógenos es el animal infectado o el cuarto de la ubre (Bedolla, 2017). Algunos de los más importantes son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium spp.*, y *Mycoplasma spp.*

Los patógenos ambientales, a diferencia de los contagiosos, son transmitidos entre los ordeños, en el ambiente que sirve como fuente de infección, dentro de los principales patógenos catalogados como ambientales están los bacilos entéricos Gram-negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*), *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *Enterococcus spp.* (Rossitto et al., 2002; Bedolla, 2017).

Por último los microorganismos oportunistas son *Pseudomona spp.*, levaduras, *Prototheca spp.*, *Serratia marcescens* y *Nocardia spp.* Cada uno de estos agentes posee características de cultivo, mecanismos patógenos y consecuencias clínicas singulares (Rossitto et al., 2002; Bedolla, 2017).

A nivel nacional en un estudio realizado por Giannechini et al. (2014), quienes investigaron la incidencia de la mastitis clínica, la prevalencia de la mastitis subclínica y los patógenos actuantes más frecuentes, observaron que la prevalencia media de mastitis subclínica fue de 54,2% animales afectados, siendo *Staphylococcus aureus* (21,4%) el principal patógeno aislado de muestras positivas. En cuanto a la mastitis clínica la incidencia fue de 11,8 % de las vacas en riesgo. El 51,5% de los casos fueron detectados dentro de los primeros 100 días de lactancia; siendo el *S. aureus* (27,8%) el patógeno de mayor prevalencia (Giannechini et al., 2014).

En cuanto a la relación entre la producción y calidad de calostro de vacas con mastitis son pocos los trabajos que abordan esta problemática. En este sentido, Gulliksen et al. (2008) informaron que un RCS de más de 50.000 células/MI fue el único factor que resultó significativo para la producción de calostro con baja concentración de IgG (menos de 30 mg/mL). Resultados similares observaron Ferdowsi et al. (2010), quienes reportan que existe una asociación entre los incrementos de RCS en el calostro con una menor concentración de IgG en suero sanguíneo de las madres al parto, y observaron una tendencia lineal de que a mayor RCS en calostro menor concentración de IgG en terneros a las 3 h de haber ingerido el calostro.

Asimismo, Kehoe et al. (2007) reportaron que tambos con un promedio de RCS <200.000 el mes anterior al muestreo de calostro presentaron mayor concentración de IgG₂ en comparación con los tambos con RCS >200.000 (7,27 frente a 5,15 mg/mL). Morrill et al.

(2012), en un relevamiento de 67 tambos, recolectaron y analizaron más de 800 muestras de calostro y observaron que todas las muestras con concentración de IgG menores a 25 mg/mL tenían RCS mayores a 400.000 ($\log \text{RCS} > 5,6$).

En un trabajo realizado en EEUU por Maunsell et al. (1998), los autores evaluaron los efectos de la mastitis sobre volumen y composición del calostro, y observaron que la infección intramamaria persistente durante el periodo seco se vio asociada con un descenso en el volumen de calostro producido y en el total de IgG del mismo.

Otro trabajo relevante donde compararon muestras pareadas de calostros de cuartos infectados y no infectados en vacas Holstein y Jersey, observaron que los cuartos no infectados en vacas multíparas tanto Holstein como Jersey tenían un mayor porcentaje Brix que el calostro de los cuartos infectados; este patrón estuvo ausente en las vacas primíparas Holstein y Jersey. En todos los casos el porcentaje Brix estuvo por encima del punto de corte recomendado para clasificar en calostros de buena calidad (Enger, Hardy, Hist y Enger, 2021).

Durante el período seco que es el lapso de tiempo (60-90 días) en el cual la vaca se prepara de una lactancia a otra ocurre la regeneración y reactivación del epitelio secretor y además se generan defensas contra microorganismos causantes de mastitis (García, 2005). En éste período se ejerce un enorme estrés sobre la ubre ya que la glándula se reorganiza y absorbe la leche retenida, así también, debe eliminar millones de células muertas que secretaban leche. Es durante este momento y 2-3 semanas antes al parto que ocurren aproximadamente el 40 a 50% de las nuevas infecciones de la ubre (Sirvastava, Kumaresan, Manimaran, Prasad, 2015).

En el período seco la tasa de nuevas infecciones es mayor que la tasa de nuevas infecciones durante la lactación, por eso la importancia de la terapia de la vaca seca (Smith, Todhunter, Schoenberger, 1985). La terapia de secado no solo ayuda a prevenir el riesgo de infección de la ubre, sino que además ayuda a curar las infecciones sub clínicas existentes al momento del secado, se ha estimado que entre el 70 al 98% de las infecciones presentes al momento del secado pueden ser eliminadas con esta terapia (Sirvastava, Kumaresan, Manimaran, Prasad, 2015).

Métodos de evaluación del calostro

La calidad del calostro tiene un rol preponderante en una rutina eficiente de calostrado del recién nacido, por lo cual es esencial conocer la calidad del calostro que administramos al neonato.

Numerosos autores coinciden que un calostro de buena calidad es aquel que tiene una concentración mayor o igual a 50g/L IgG (McGuirk y Collins, 2004; Godden, 2008; Buczinski y Vandeweerd, 2016).

Para determinar dicha calidad existen distintos métodos, los cuáles se clasifican en directos e indirectos. Dentro de los métodos directos tenemos a la técnica de Inmunodifusión radial (IRD) y a la técnica de ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA). La IDR es considerada la “técnica de oro” para la cuantificación de IgG en el calostro (Fleener y Stott, 1981), es ampliamente utilizada en ensayos de laboratorio y su mayor inconveniente radica en su poca practicidad para hacerlo en el establecimiento (Rivero, Valderrama, Haines y Alomar, 2012). La técnica de ELISA, es una técnica de detección cualitativa y cuantitativa de antígenos, su fundamento se basa en la interacción entre el antígeno (IgG bovina) y los anticuerpos producidos contra el antígeno (Leyton et al., 2007).

Dentro de los métodos indirectos se encuentran la apreciación visual, la refractometría y el calostrómetro. Con respecto a la apreciación visual es un método subjetivo que no permite realizar una correcta estimación de la calidad del calostro ya que el fundamento es que por lo general los calostros de buena calidad son cremosos y de color amarillo intenso pero estas características pueden simplemente ser indicativas de su alto contenido de grasa, sin relación con el contenido de Ig (Casas y Canto, 2015).

El calostrómetro es un instrumento que estima la concentración de IgG mediante la gravedad específica. Se fundamenta en que cuanto mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor densidad tendrá el calostro (Dairy Australia, 2012). Cuando el análisis del calostro da un resultado de gravedad específica >1.050 aproximadamente equivale a un calostro de buena calidad (IgG > 50 g/L). Es aconsejable que la medición se realice a una temperatura ambiente que oscile entre los 20°C , si se hace a temperaturas menores a 20°C , se tiende a sobreestimar la calidad del calostro, y a temperaturas mayores se subestima la calidad del calostro.

Es una prueba práctica, pero presenta la desventaja que se ve alterada por factores como la temperatura y el contenido de grasa (Godden, Lombard y Woolums, 2019). En este sentido, Bielman et al (2010), mencionan que es mejor la utilización de la refractometría para la evaluación, ya que es un instrumento de mayor duración y que no se ve afectado por la temperatura ambiental a la hora de analizar la calidad del calostro.

Respecto a la refractometría, se utilizan refractómetros en escala Brix, la cual se refiere al contenido de azúcar (sacarosa) en una solución. Dicha técnica cuantifica el haz de luz que se refracta al traspasar una muestra de líquido. Mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor va a ser la refracción de la trayectoria de la luz (Dairy Australia, 2012).

Actualmente existen dispositivos portátiles tales como los ópticos y los digitales, los cuales son un indicador valioso para diferenciar calostro de buena calidad (IgG ≥ 50 g/L) contra el de mala calidad (IgG < 50 g/L) (Bielman et al., 2010).

La gran ventaja que presenta ésta técnica es el bajo costo y la capacidad de poder realizar la evaluación a nivel de campo. Solo se requiere de un pequeño volumen de calostro y el resultado es de carácter inmediato (Buczinski y Vandeweerd, 2016).

Existen varios estudios que estudiaron la correlación entre la técnica estándar (IDR) y refractometría, observando que existe una alta correlación, siendo en punto de corte de 22 % Brix para Holanda y 18% Brix para Jersey, correspondiente a un calostro con una concentración de IgG de 50 g/L (Bielmann et al., 2010; Morrill et al., 2015; Quigley, 2013).

Desarrollo morfológico en terneros: factores que lo afecta e importancia del monitoreo.

Es de suma importancia en todos los sistemas conocer el peso de los animales, en lechería en etapas de crianza para deslechar un animal se toma en cuenta parámetros como el peso y el consumo de concentrado. En la mayoría de los predios no se cuenta con el equipamiento necesario para realizar el monitoreo de peso vivo de manera rutinaria, por lo tanto es de suma relevancia conocer métodos alternativos que estimen con exactitud el peso del animal (Mahecha, Angulo, Manrique, 2002). Para esto existe la barimetría que es aquella parte del estudio del exterior que permite estimar el peso vivo aproximado de un animal mediante la aplicación de ciertas fórmulas basadas en medidas de diferentes regiones corporales (Johansson y Hildeman, 1954).

Varios investigadores afirman que el perímetro torácico es la medida más exacta y la que ha dado mayor resultado para estimar el peso vivo del animal, mediante ecuaciones de regresión, con coeficientes de correlación (r) mayores a 0,80 (Touchberry, 1951, Tanner y Lusch, 1954).

En un estudio en Costa Rica donde determinaron la relación entre el peso corporal y el perímetro torácico en ganado cebuino en crecimiento y tomando 2105 mediciones les arrojó un resultado de coeficiente de determinación (R^2) de 0,92 (Garro y Rosales, 1996).

Que un animal crezca implica un incremento en el peso corporal resultado de la de los nutrientes consumidos por parte de los diferentes tejidos. Es así que el crecimiento puede ser considerado como el incremento en el peso y la altura de un animal joven durante un periodo de tiempo determinado (Pond, Church y Pond, 2006). Este aumento en el peso es resultado de tres factores: hiperplasia (multiplicación celular), hipertrofia (aumento del tamaño de las células) y metaplasma (transformación de las células) (Harmon, 1994).

Según Boggs y Merkel (1990), el crecimiento prenatal es muy poco en comparación al peso adulto. Una vez nacido, el crecimiento es bastante rápido en relación al tiempo, momento en el cual el animal logra la mayor eficiencia de conversión alimentaria (Pond et al., 2006).

El crecimiento y desarrollo se producen simultáneamente y están fuertemente asociados. El desarrollo es el cambio en la conformación corporal con funciones y facultades del animal hasta que alcanza su madurez (Gorrachategui, 1997). El desarrollo morfológico de los terneros en la etapa de cría tiene un factor multifactorial, entre una adecuada alimentación y manejo del calostro (Salazar, 2007).

Según un estudio realizado por Faber, Faber, Mccauley y Ax (2005) en el cual a un grupo de terneras se le suministraban 4 litros de calostro y a otro grupo se le suministraban 2 litros de calostro, los autores observaron que las que fueron alimentadas con un mayor volumen tuvieron ganancias de peso diarias considerablemente mayores y menores costos veterinarios asociados a enfermedades que sus compañeras alimentadas con solamente 2 litros de calostro. Asimismo, los autores observaron que la producción láctea de las terneras que ingirieron 4 litros de calostro fue mayor de las que recibieron solamente 2, tanto en la primera (9907 vs. 8952 L), como en la segunda lactancia (11299 vs. 9642 L; Faber et al., 2005).

En función a los antecedentes expuestos podemos suponer que las vacas con RCS mayores a 200.000 al momento de secado, permanecerán con inflamación de la glándula mamaria hasta el parto, incluso durante la calostrogénesis, lo que podría afectar la calidad del calostro producido, pudiendo generar falla en la TIP en los terneros que ingieran este calostro, generando problemas en el crecimiento y desarrollo de los terneros.

HIPÓTESIS

Los terneros nacidos y alimentados con calostro de vacas con bajos recuentos de células somáticas al momento del secado presentarán mayores ganancias de peso y mayor desarrollo corporal en los primeros 30 días de cría, que los terneros nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos recuentos de células somáticas al momento del secado.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la ingesta de calostro producido por vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas (RCS) al momento del secado sobre el consumo de nutrientes, el crecimiento corporal y las relaciones entre diferentes mediciones corporales en los primeros 30 días de vida en terneros nacidos de vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento del secado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de la ingesta de calostro producido por vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento de secado en terneros nacidos de vacas con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento de secado sobre:

- El consumo de nutrientes en los primeros 30 días de vida.
- El peso vivo, la altura a la cruz y la circunferencia torácica.
- La correlación entre el peso vivo vs. altura a la cruz y entre peso vivo vs. circunferencia torácica de los terneros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental N° 2 – Libertad, de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, ubicado en el km 42,200 de la ruta Nacional N° 1, en la zona de Libertad en el Departamento de San José, Uruguay (34° S y 55° O). El trabajo con animales fue realizado de acuerdo con los reglamentos sobre el uso de animales en experimentación, enseñanza e investigación (Comisión Honoraria de Experimentación Animal, UdelaR, Uruguay), en el marco del protocolo de investigación aprobado por la Comisión de Experimentación en el Uso de Animales (CEUA): CEUA-FVET- N° 845/19.

Estrategia de investigación y animales a utilizar:

Del rodeo lechero del Campo Experimental de la Facultad de Veterinaria, se utilizaron 40 vacas de razas lecheras, multíparas, preñadas y que estuvieran próximas a la fecha de secado (60 días antes de la fecha de parto prevista; **FPP**). Las vacas seleccionadas fueron asignadas a dos grupos en función del recuento de células somáticas en los tres meses previos al secado.

De esta manera, se conformaron 2 grupos de 20 vacas. El primer grupo de vacas presentaron los últimos 3 recuentos de células somáticas mensuales previos al secado por debajo de 200.000 células somáticas/ml (Promedio 117.000 células/ml) y el segundo grupo de 20 vacas presentaron los últimos 3 recuentos de células somáticas mensuales previos al secado por encima de 200.000 células somáticas/mL (promedio 509.000 células/ml). Estos dos grupos de vacas fueron pareados por peso vivo, número de lactancias, producción en la lactancia previa, raza y FPP.

Inmediatamente luego de ocurrido el parto, se retiró el ternero para no permitirle que ingiriera calostro directamente de la madre. Previo a las 6 horas posteriores al parto se llevó la vaca hasta la sala de ordeño para realizar la colecta total del calostro producido en el primer ordeño.

De esta manera, de las 40 vacas utilizadas en el experimento se obtuvieron 40 terneros (Holando y Kiwis) que se dividieron en 2 grupos. Un grupo de 20 terneros nacidos de vacas con altos recuentos de células somáticas al momento del secado (TA) y un segundo grupo de 20 terneros nacidos de vacas con bajos recuentos de células somáticas al momento del secado (TB). El período de tiempo en que transcurrieron los 40 partos fue de 30 días. Asimismo, de esos grupos de vacas se obtuvieron dos grupos de calostros, un grupo de 20 calostros producidos por vacas con altos recuentos de células somáticas al momento del secado (CA) y otro grupo de 20 calostros producidos por las vacas con bajos recuentos de células somáticas (CB). Durante el experimento no se registraron muertes de animales.

Para la puesta en práctica del experimento se utilizó un arreglo factorial 2 x 2, combinando el efecto de tipo de ternero y tipo de calostro, cada uno con dos niveles (alto o bajos RCS), quedando determinados los siguientes 4 tratamientos:

TACA = Terneros nacidos de vacas con altos RCS al secado, alimentados con calostro producido por vacas con altos RCS al secado.

TACB = Terneros nacidos de vacas con altos RCS al secado, alimentados con calostro producido por vacas con bajos RCS al secado.

TBCA = Terneros nacidos de vacas con bajos RCS al secado, alimentados con calostro producido por vacas con altos RCS al secado.

TBCB = Terneros nacidos de vacas con bajos RCS al secado, alimentados con calostro producido por vacas con bajos RCS al secado.

Manejo de los animales:

Todas las vacas se secaron entre 54 y 60 días previos a la fecha prevista del parto, momento en que se les realizó terapia antibiótica (Nafpenzal secado) y se colocó sellador interno (Mastblock) para controlar y prevenir la mastitis durante el período seco. Además, se realizó la inmunización contra Rota y Coronavirus (Rotavec Corona – Laboratorio MSD). Durante todo el período seco las vacas se alojaron en el mismo corral con sombra y agua. Todos los animales recibieron el mismo manejo sanitario y nutricional.

Con respecto al manejo nutricional durante el período seco, las vacas se mantuvieron todas juntas en un mismo lote hasta el día 30 antes de la FPP, momento en el cual se ingresaron al corral de pre parto donde se le asigna una dieta para cubrir los requerimientos de vacas secas en el último mes de gestación. Las dietas asignadas durante el período seco y el pre-parto fueron formuladas según lo recomendado por el NRC (2001) (Período Seco ENL=1,36 Mcal/kg MS y PC= 13.5%; Preparto ENL=1,45 Mcal/kg MS y PC= 15.5%).

El corral preparto era vigilado constantemente para monitorear el momento en que las vacas comenzaban con el trabajo de parto, para retirar el ternero neonato lo antes posible y conducir a la vaca a la sala de ordeño para la colecta del calostro antes de las 6 h siguientes al parto (Moore, Tyler, Chigerwe, Dawes, Middleton, 2005). Todos los terneros fueron calostrados mediante sonda buco-esofágica con 4 litros de calostro dentro de las 4 h siguientes al parto, utilizando el tipo de calostro según el tratamiento. Todos los terneros recibieron calostros producidos por vacas diferentes a su propia madre. Posteriormente los terneros fueron alojados en bretes individuales hasta el día 30 de vida. La bretes presentaban 1 x 2 mt, piso de cemento con una parrilla de madera ventilada como aislante térmico y sanitario elevada aproximadamente 15 cm del nivel se suelo.

Los terneros, a partir del segundo día de vida hasta el día 30 se alimentaron con leche entera producida en el tambo a razón del 15% de PV al nacimiento repartido en 2 tomas diarias (a las 0700 y 1800 horas) en baldes individuales con tetinas, teniendo a libre disposición ración concentrada de inicio y agua.

Mediciones y determinaciones:

Luego de nacidos y antes de la ingesta de calostro, todos los terneros fueron pesados con balanza electrónica para ganado (Terko- 1305 C) y se procedió a medir la circunferenciatorácica (CT) y la altura a la cruz (AC). Posteriormente se procedió a su calostrado con sonda buco-esofágica y se alojaron en bretes (1,0m x 1,30m) individuales con piso de madera hasta el día 30 de vida.

Tabla 1. Composición química de los alimentos utilizados en la alimentación de los terneros durante los primeros 30 días de vida.

	Leche	Concentrado
MS, %	14,5	87,5
Grasa, % de MS	31,4	2,0
Proteína, % de MS	25,6	18,0
Lactosa, % de MS	32,7	---
FC, % de MS	---	6,0
EM, Mcal/kg de MS	5,3 ¹	3,1

¹La EM de la leche se calculo según el NRC, mediante la siguiente fórmula:

$$EM \text{ (Mcal/kg MS de leche)} = ((0,057 \times \% \text{ proteína} + 0,092 \times \% \text{ grasa} + 0,0395 \times \% \text{ lactosa}) \times 0,97) \times 0,96.$$

Posteriormente cada 10 días (al día 10, 20 y 30 de vida) se volvió a determinar el PV, la CT y la AC. La CT se midió con cinta métrica de tela, con escala en centímetros y la altura con regla con distanciómetro digital (Bosh- Professional GLM 20 - Malasia).

El consumo diario de alimentos (leche y concentrado) se determinó como la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado en cada sesión de alimentación en el caso de la leche y una vez al día para el caso de los concentrados.

Los análisis de composición de la leche y de los alimentos fueron analizados en el laboratorio Colaveco (Tabla 1).

Análisis estadístico:

Para el análisis de resultados de las variables peso vivo, altura a la cruz, circunferencia torácica, consumo de nutrientes y relación proteína: EM se utilizó el modelo lineal mixto PROC MIXED de SAS (versión 9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC) usando una estructura de covarianza de tipo AR(1):

$$Y_{ij} = \mu + V_i + TT_j + TC_k + TT_j \times TC_k + e_{ijk},$$

Donde Y_{ij} es la variable dependiente, μ es la media general, V_i es el efecto aleatorio de la vaca, TT_j es el efecto fijo del tipo de ternero, TC_k es el efecto fijo del tipo de calostro, $TT_j \times TC_k$ es el efecto de la interacción entre el tipo de ternero y el tipo de calostro y e_{ijk} es el error residual.

Las medias de todos los parámetros evaluados fueron comparadas mediante el test de Tukey. Se aceptarán como diferencias significativas valores de P inferiores o iguales a 0,05 y como tendencia valores de P mayores a 0,05 y menores a 0,10.

Con respecto al análisis de covarianza, se realizó el análisis de los resultados incluyendo en el modelo las variables raza y sexo de los terneros como covariables.

El estudio de relaciones entre las variables circunferencia torácica vs. peso vivo y altura a la cruz vs. peso vivo se realizó mediante análisis de correlación lineal simple, utilizando el procedimiento PROC CORR de SAS.

RESULTADOS:

En la tabla 2 se presentan los resultados de las variables de crecimiento y desarrollo evaluadas en los diferentes tratamientos. No se observó efecto de la interacción entre el tipo de calostro y el tipo de ternero sobre ninguna de las variables analizadas, así como tampoco efectos del tipo de calostro ni del tipo de ternero.

Tabla 2. Peso vivo, altura a la cruz y circunferencia torácica inicial y final en terneros neonatos nacidos y alimentado con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.

	Tratamientos ¹				EEM ²	p-Valor		
	TACA	TACB	TBCA	TBCB		TT ³	TC ⁴	TTxTC ⁵
Al nacimiento								
Peso Vivo, kg	33,4	34,6	32,8	33,4	1,73	0,599	0,601	0,849
Altura a la cruz, cm	70,9	69,9	69,4	69,3	0,99	0,325	0,553	0,635
Circunferencia torácica, cm	74,9	75,5	74,6	74,9	1,29	0,727	0,714	0,921
A los 30 días de vida								
Peso Vivo, kg	49,6	50,7	49,1	50,7	2,09	0,895	0,52	0,901
Altura a la cruz, cm	77,3	77,8	76,6	76,7	0,99	0,394	0,776	0,834
Circunferencia torácica, cm	85,0	85,5	84,8	84,7	1,13	0,689	0,874	0,796
Ganancias								
PV total, kg	16,1	15,9	16,2	17,6	0,96	0,358	0,593	0,403
% PV inicial	48,3	47,8	51,1	53,0	3,52	0,262	0,833	0,728
PV, gr/d	538,2	528,5	541,0	585,4	32,02	0,358	0,592	0,404
Altura, cm/d	0,23	0,27	0,23	0,24	0,03	0,544	0,341	0,559
Circunferencia torácica, cm/d	0,34	0,34	0,34	0,32	0,03	0,825	0,754	0,821

¹Tratamientos: TACA=Terneros nacido de vaca con alto RCS al secado y calostro de vacas con altos RCS; TACB=Terneros nacido de vaca con alto RCS al secado y calostro de vacas con bajo RCS al secado; TBCA=Terneros nacido de vaca con bajo RCS al secado y calostro de vacas con altos RCS al secado; TBCB= Terneros nacido de vaca con bajos RCS al secado y calostro de vacas con bajos RCS al secado. ²EEM= Error estándar de la media. ³TT=Efecto factor tipo de ternero. ⁴TC=Efecto factor tipo de calostro. ⁵TTxTC= efecto de la interacción de los tratamientos.

El consumo de leche y concentrado alcanzado por los terneros asignados a los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 3. No se observaron efectos de la interacción entre el tipo del ternero y el tipo de calostro, así como tampoco efectos del tipo de tipo de terneros ni del tipo de calostro sobre las variables de consumo analizadas.

En la figura 1, se presenta la relación entre el peso vivo y la altura a la cruz obtenida mediante las mediciones seriadas de los terneros utilizados en este trabajo. Se observa que estas variables están relacionadas, siendo el coeficiente de correlación (r) igual a 0,88, indicando una alta relación entre las variables y estadísticamente significativa ($p < 0,01$). El coeficiente de determinación (R^2) es igual a 0,77 para el siguiente modelo: $PV \text{ (kg)} = 0,1790 \text{ (Altura a la cruz (mm))} - 87,912$.

Con respecto a la relación entre el peso vivo y la circunferencia torácica (figura 2), se observa que estas variables también están fuertemente relacionadas ($r = 0,91$; $p < 0,01$). El coeficiente de determinación (R^2) es igual a 0,86 para el siguiente modelo: $PV \text{ (kg)} = 1,42679 \text{ (Circunferencia torácica (cm))} - 72,8568$.

TABLA 3. Consumo de MS y nutrientes de la leche, el concentrado y totales en terneros neonatos nacidos y alimentado con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.

	Tratamientos ¹				EEM ²	p-Valor		
	TACA	TACB	TBCA	TBCB		TT ³	TC ⁴	TTxTC ⁵
Consumo de leche								
MS, g/d	733,7	726,2	689,4	720,4	36,71	0,500	0,750	0,603
Proteína, g/d	188,6	185,4	175,9	183,6	9,44	0,450	0,812	0,570
EM, Mcal/d	3,8	3,8	3,6	3,8	0,19	0,521	0,724	0,612
Consumo de concentrado								
MS, g/d	44,3	50,8	41,2	60,6	8,10	0,684	0,119	0,430
Proteína, g/d	8,0	9,1	7,5	10,7	1,45	0,719	0,143	0,465
EM, Mcal/d	0,1	0,2	0,1	0,2	0,03	0,684	0,120	0,424
Consumo total								
MS, g/d	778,1	776,8	730,4	781,2	36,91	0,588	0,536	0,515
Proteína, g/d	196,4	194,5	183,2	194,5	9,88	0,507	0,638	0,507
EM, Mcal/d	4,0	4,0	3,7	4,0	0,20	0,571	0,594	0,559
Rel. Proteína/EM g PC/Mcal	49,3	49,0	48,9	48,9	0,21	0,233	0,552	0,410

¹Tratamientos: TACA=Terneros nacido de vaca con alto RCS al secado y calostro de vacas con altos RCS; TACB=Terneros nacido de vaca con alto RCS al secado y calostro de vacas con bajo RCS al secado; TBCA=Terneros nacido de vaca con bajo RCS al secado y calostro de vacas con altos RCS al secado; TBCB= Terneros nacido de vaca con bajos RCS al secado y calostro de vacas con bajos RCS al secado. ²EEM= Error estándar de la media. ³TT=Efecto factor tipo de ternero. ⁴TC=Efecto factor tipo de calostro. ⁵TTxTC= efecto de la interacción de los tratamientos.

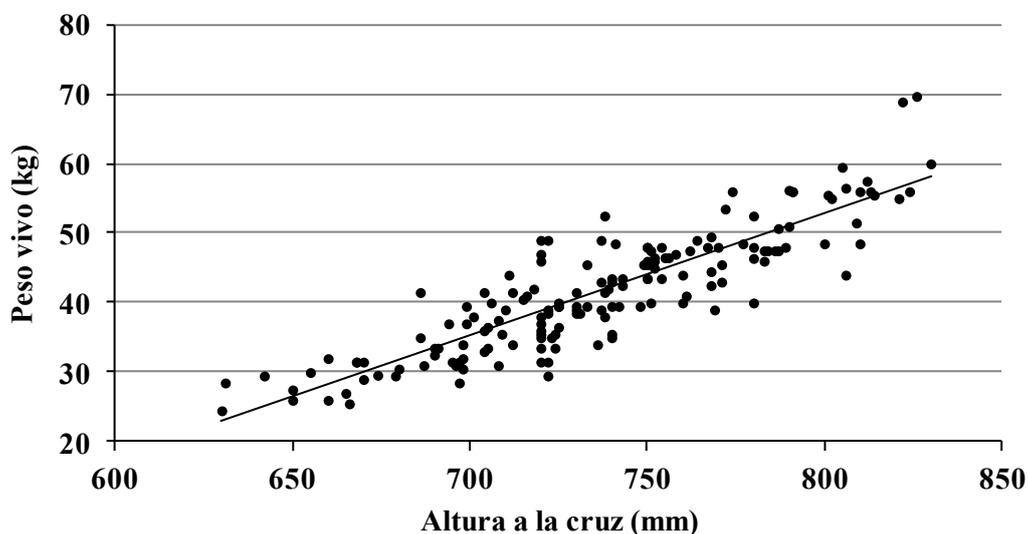


Figura 1. Relación entre el peso vivo y la altura a la cruz en terneros neonatos nacidos y alimentado con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado. (n=160 r= 0,88; R²=77,1%; PV (kg)= 0,1790 x (Altura a la cruz (mm)) – 87,912; p<0,01).

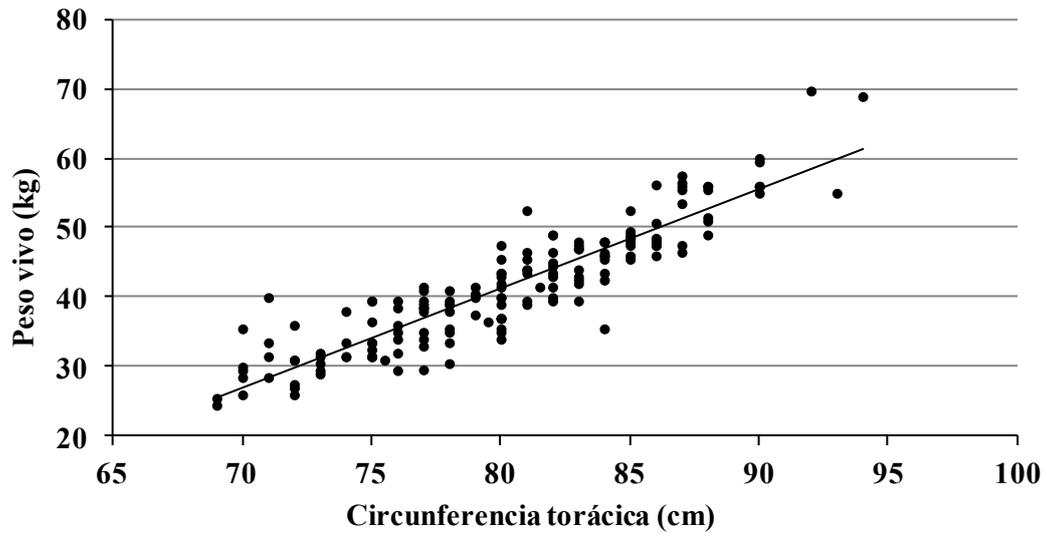


Figura 2. Relación entre el peso vivo y la circunferencia torácica en terneros neonatos nacidos y alimentados con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas al momento del secado. (n=160 $r=0,91$; $R^2=86\%$; PV (kg)= $1,4268 \times$ (Circunferencia torácica (cm)) $-72,8568$; $p<0,01$).

DISCUSIÓN

El objetivo de nuestro trabajo fue evaluar si la ingesta de calostro producido por vacas con bajos y altos RCS al secado presentaba algún efecto sobre el crecimiento y desarrollo en los primeros 30 días de vida, bajo la hipótesis de que los terneros nacidos y alimentados con calostro de vacas con bajos recuentos de células somáticas al momento del secado presentarán mayores ganancias de peso y mayor desarrollo corporal en los primeros 30 días de cría, que los terneros nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos recuentos de células somáticas al momento del secado.

En nuestro trabajo no se observó efectos de la interacción entre TT x TC, ni efectos del TT ni del TC sobre el PV, circunferencia torácica y altura a la cruz, tanto al inicio, como al final del experimento, así como tampoco sobre los parámetros evaluados de las ganancias diarias y totales.

Esto podría estar explicado por el hecho de que, si bien nosotros esperábamos que las vacas con altos RCS al secado produjeran un calostro de baja calidad con respecto a las de bajos RCS, ambos grupos de vacas produjeron calostros de buena calidad, por encima del mínimo establecido (50 g/L), observándose concentraciones de 74,7 y $92,8 \pm 4,42$ g/L vacas con altos o bajos RCS, respectivamente ($P=0,006$), aunque las vacas con bajos RCS presentaron mayor concentración de IgG (Bonaudi y Caffera, 2021). De este modo, al ingerir todos los terneros un calostro de buena calidad, todos lograron una correcta TIP a través de la ingesta y absorción del calostro recibido (TACA=22,7; TACB=22,9; TBCA=27,4 y TBCB=30,0; EEM=2,10; $P=0,615$; Blanco, Ribero y Semper, 2021). Otro factor que podría estar explicando nuestros resultados es la ausencia de diferencias significativas en el consumo de nutrientes de los terneros.

A pesar de no encontrar diferencias entre tratamientos, los terneros nacidos de vacas con bajos RCS presentaron ganancias de PV (g/d) numéricamente mayores y lograron un aumento del PV respecto del peso inicial aproximadamente un 4 % superior en términos numéricos, aunque no estadísticamente significativos. Esto podría estar explicado por la mayor TIP lograda en estos terneros y además coincide con lo reportado por Nocek, Braund y Warner, (1984) y Robison, Stott y DeNise, (1988), quienes observaron que terneras con falla en TIP tuvieron menores ganancias de peso y menor desarrollo durante la cría y recría, además de presentar severos episodios de diarreas y mayores tasas de mortalidad.

Para lograr beneficios productivos a largo plazo, las terneras deberían duplicar su peso al nacer en torno a los 60 días de vida (Van Amburgh, Soberon, Karszes y Everett, 2014). Esto implica aumentar la tasa de alimentación de sustituto lácteo (o leche) a los terneros lactantes, a prácticamente el doble de las recomendaciones convencionales. El objetivo de estos programas es potenciar el rápido crecimiento de los tejidos magros sin acumular grasa en las terneras (Drackley, 2011). Los terneros de nuestro trabajo se alimentaron con leche entera a razón del 15% del PV al nacimiento y ración iniciadora a libre ad libitum.

El objetivo de una buena crianza en guachera es que los terneros al mes de vida ganen la mitad de su peso vivo al nacimiento. Según el NRC (2001), los requerimientos de energía metabolizable y proteína cruda deben de ser 3,50Mcal y 183g/d respectivamente para un ternero de 45kg con ganancias de 600 gramos por día, consumiendo solo leche, y dichos valores ascienden a 3,67Mcal y 209 g/d cuando consumen leche y una ración iniciadora. En nuestro trabajo el consumo total (sumando leche y concentrado) de energía metabolizable y proteína cruda superan los requerimientos establecidos por el NRC, (4,0 Mcal y 192,2 g/d). En este aspecto podemos ver que los terneros de los tratamientos TBCA y TBCB, logran este objetivo e incluso lo superan llegando al 53%, mientras que los grupos TACA y TACB solo alcanzan un 48% y 47% respectivamente.

Según Wattiaux (1997), el PV de los terneros está correlacionados con la circunferencia torácica (CT) e incluso es posible predecir el PV a partir de la medida de la circunferencia torácica. En dicho trabajo reporta que el coeficiente de correlación entre el PV y la CT es de 0,98 para Holando y razas medianas. En nuestro trabajo, el coeficiente de correlación entre PV y CT fue de 0,90 y el modelo de regresión explicaría el 82,6% de la variabilidad del peso. Algo similar sucede con la correlación entre PV y altura a la cruz (AC) donde el coeficiente de correlación es de 0,88 y el modelo de regresión explicaría aproximadamente el 77% de la variación de la altura. Estos datos sugieren una mayor conveniencia de utilizar la CT como variable para predecir el PV en terneros lactantes en lugar de utilizar la AC.

CONCLUSIÓN:

Se concluye que en las condiciones en que se realizó este experimento, consumo de nutrientes ni el crecimiento corporal y desarrollo de terneros de razas lecheras no es afectado por el RCS de las vacas al momento del secado ni por el tipo de calostro consumido.

Asimismo, es posible utilizar tanto la circunferencia torácica y la altura a la cruz para estimar el peso vivo de terneros en los primeros 30 días, siendo la circunferencia torácica el parámetro más recomendable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Armand Ugon, P., Silva, R. (2001). *Calostrado y mortalidad en terneros de tambo durante el periodo de cría*. (Tesis de grado). Facultad de veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Barry, J., Bokkers, E.A., Berry, D.P., Boer, J.M., McClure, J., y Kennedy, E. (2019). Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102, 10266-10276.
- Beam, A.L., Lombard, J.E., Koprak, C.A., Garber, L.P., Winter, A.L., Hicks, J.A., y Schlater, J.L. (2009). Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of Dairy Science*, 92,3973-3980.
- Berra, G. (2005). Buenas prácticas en la crianza y recría de vaquillonas en el tambo. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol.XXXIII, p.87). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Bielmann, V., Gillan J., Perkins N.R., Skidmore A.L., Godden S., y Leslie K, E. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93, 3713–372.
- Blanco, F.,Rivero, A. y Semper, F. (2021).*Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva en terneros de razas lecheras nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos y bajos recuentos de células somáticas al momento del secado* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo
- Boggs, D., y Merkel, R. (1990). *Live animal carcass evaluation and selection manual* (3ª ed.). Iowa: Kendall.
- Bonaudi, C., y Caffera,C.(2021). *Evaluación de la calidad del calostro producido por vacas lechera con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento del secado* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Bramley, A.J., Cullor, J.S., Erskine, R.J., Fox, L.K., Harmon, R.J., Hogan, J.S., ...Sordillo, L.M. (1996). *Current concepts of bovine mastitis* (4ª ed.). Madison: The National Mastitis Council.
- Buczinski, S., y Vandeweerd, J.M. (2016). Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 99, 7381–7394.
- Butler, J.E. (1974). Immunoglobulins of the mammary secretions. En: B.L.Larson, y V.L.Smith (Eds.),*Lactation a comprehensive treatise* (Vol. 3, pp 421-447).New York: Academic Press.
- Bedolla, C. (2017).Etiología de la mastitis bovina. *Entorno Ganadero*, 80, 15-19.
- Casas, M., y Canto, F. (2015). *Cómo evaluar la calidad del calostro y la inmunidad de las terneras*.Remehue: INIA.
- Christiansen, S., Guoa, M., y Kjeldenb, D. (2010). Chemical composition and nutrient profile of the low molecular weight fraction of bovine colostrum. *International Dairy Journal*, 20(9), 630-636.
- Claeys, W., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., y Herman, L. (2014). Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 42,188–201.

- Collier, R.J., Miller, M.A., Hildebrandt, J.R., Torkelson, A.R., White, T.C., Madsen, K.S., ... Lanza, G.M. (1991). Factors affecting insulin-like growth factor-I concentration in bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 74, 2905–2911
- Cuttance, E.L., Mason, W.A., Denholm, K.S., y Laven, R.A. (2017). Comparison of diagnostic tests for determining the prevalence of failure of passive transfer in New Zealand dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 101, 7550-7555.
- Dairy Australia. (2012). *Tools to determine colostrum quality*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Tools%20to%20determine%20colostrum%20quality%20factsheet.pdf
- Davis C.L., y Drackley J.K. (1998). *The development, nutrition, and management of the young calf*. Ames:Iowa State University Press.
- Derks, M., van Werven, T., Hogeveen, H., y Kremer, W.J. (2014). Associations between farmer participation in veterinary herd health management programs and farm performance. *Journal of Dairy Science*, 97, 1336–1347.
- Devery, J.E., y Larson, B.L. (1983). Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. *Journal of Dairy Science*, 66, 221-226.
- Dirección Estadísticas Agropecuario. (2020). *Anuario Estadístico Agropecuario*. Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Donovan, G.A., Doho, I.R., Montgomery, D.M., y Bennett, F.L. (1998). Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Preventive Veterinary Medicine*, 34, 31-46.
- Dunn, A., Ashfield, A., Earley, B., Welsh, M., Gordon, A., y Morrison, S.J.(2017). Evaluation of factors associated with immunoglobulin G, fat, protein, and lactose concentrations in bovine colostrum and colostrum management practices in grassland-based dairy systems in Northern Ireland. *Journal of Dairy Science*, 100, 2068-2069.
- Drackley, J.K. (2011). The other side of the transition: Effects on colostrum and calf. En *Tri-State Dairy Nutrition Conference* (pp. 71-77). Fort-Wayne: Michigan University.
- Elfstrand, L., Lindmark-Månsson, H., Paulsson, M., Nyberg, L., y Åkesson, B. (2002). Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *International Dairy Journal*, 12, 879–887.
- Enger, K.M., Hardy, N.R., Hist, E.M., y Enger, B.D. (2021). Relationship between intramammary infection and antibody concentrations in Jersey and Holstein colostrum. *Journal of Dairy Science*, 104, 6124-6133.
- Faber, S.N, Faber, N.E, Mccauley, T.C, y Ax, R. (2005). Case study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist*, 21, 420-425.
- Ferdowsi, N.E., Nikkhah, A., Rahmani, H.R., Alikhani, M., Mohammad Alipour, M., y Ghorbani, G.R. (2010). Increased colostrum somatic cell counts reduce pre weaning calf immunity, health and growth. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94, 628–634.
- Fiocchi, A., Restani, P., Leo, G., Martelli, A., Bouygue, G.R., Terracciano, L., y Valsasina, R. (2003). Clinical tolerance to lactose in children with cow 's milk allergy. *Pediatrics*, 112, 359–362.
- Fleenor, W. A., y Stott, G.H. (1981). Single radial immunodiffusion analysis for quantitation of colostrum immunoglobulin concentration. *Journal of Dairy Science*, 64, 740–747.

- Foley, J.A, y Otterby, D.E. (1978). Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum. *Journal of Dairy Science*, 61, 1033–1060.
- García, G. (2005). Manejo del periodo seco y su influencia en la producción y reproducción. En C. Gonzalez-Stagnaro y E. Soto (Ed.), *Manual de ganadería doble propósito* (1° ed., pp. 271-275) Maracaibo, fundación Girarz.
- Garro, J.M, y Rosales, L.R. (1996). Relación entre el peso corporal y el perímetro torácico en ganado cebuino en crecimiento en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 20(2), 113-123.
- Gianecchini, E., Concha, C., Rivero, R., Delucci, I., Gil, J., Salvarrey, L., y Rivero, R. (2014). Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50(196), 4-32.
- Godden, S.(2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practices*, 24, 19–39.
- Godden, S., Lombard, J., y Woolums, A. (2019). Colostrum Management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 35, 535-556.
- Gorrachategui, M. (1997). Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal de terneros. En Curso de Especialización FEDNA. *Avances en nutrición y alimentación animal*(13°, pp.133-169). Madrid, España.
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I., Sølvørød, L., y Østeras, O. (2008). Risk Factors Associated with Colostrum Quality in Norwegian Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 704–712.
- Hadorn, U., y Blum, J.W. (1997). Effects of feeding colostrum, glucose or water on the first day of life on plasma immunoglobulin G concentrations and glutamyltransferase activities in calves. *Journal of Veterinary Medicine*, 44, 531-537.
- Halasa, T., Huijps, K., Osterás, O., y Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Vet Q*, 29, 18-31.
- Harmon, R.J. (1994). Symposium-mastitis and genetic evaluation for somatic-cell count-physiology of mastitis and factors affecting somatic-cell counts. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 2103-2112.
- Instituto Nacional de la Leche. (2020). Informe enero-diciembre (Informe N°19). Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- International Dairy Federation.(1987). Machine Milking and Mastitis. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 215, 2-32.
- James, R, Polan, C.E., y Cummins, K.A. (1981). Influence of administered indigenous microorganisms on uptake of [iodine-125] gamma-globulin in vivo by intestinal segments of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 64(1), 52–61.
- Jaster, E.H. (2005). Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G(1) absorption in Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, 88, 296–302.
- Johansson, I., y Hildeman, E. (1954). The relationship between certain body measurements and live and slaughterweight in cattle. *Animal Breeding Abstracts*, 22(1), 1-17.

- Kehoe, S.I., Heinrichs, A.J., Moody, M.L., Jones, C.M., y Long, M.R. (2007). Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrums. *Professional Animal Scientists*, 27, 176–180.
- Korhonen, H., Marnila, P., y Gill, H.S. (2000). Milk immunoglobulins and complement factors. *British Journal of Nutrition*, 84, 75–80.
- Lagger J. (2010). Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. *Veterinaria Argentina*, 27, 265.
- Larson, B.L., Heary, H.L., y Devery, J.E. (1980). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 63, 665-671.
- Larson, B.L. (1992). Immunoglobulins of the mammary secretions. En P.F. Fox (Ed.), *Advanced dairy chemistry, volume 1: proteins*. Londres: Elsevier.
- Lawrence, K., Broerse, N., Hine, N., Yapura, J., y Tulley, W.J. (2017). Prevalence of failure of passive transfer of maternal antibodies in dairy calves in the Manawatu region of New Zealand. *New Zeal Veterinary Journal*, 65, 1-5.
- Leyton, W. G., David, E. J., Copestake, J.E., Don, E.O., y Indyk, H.E. (2007). Analysis of bovine immunoglobulin G in milk, colostrum and dietary supplements. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389, 93–109.
- MacFarlane, J.A., Grove-White, D.H., Royal, M.D., y Smith, R.F. (2015). Identification and quantification of factors affecting neonatal immunological transfer in dairy calves in the UK. *Veterinary Record*, 176, 625-631.
- Mahecha, L., Angulo, J., y Manrique, L. (2002). Predicción del peso vivo a través del perímetro torácico en la raza bovina Lucerna. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15, 1.
- McGrath, B.A., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., y Kelly, A.L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum. *Dairy Science & Technology*, 96, 133–158.
- Maunsell, F.P., Morin, D.E., Constable, P.D., Hurley, W.L., McCoy, G.C., Kakoma, I., y Isaacson, R.E. (1998). Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 81, 1291–1299.
- McGuirk, S.M., y Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics: Food Animal Practices*, 20, 593–603.
- Meikle, A. (2016). Dinámica de rodeo (informe preliminar 2). Montevideo: INALE.
- Monteiro, A.P., Tao, S., Thompson, I.M., y Dahl, G.E. (2014). Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostrum and calf factors. *Journal of Dairy Science*, 97, 6426–6439.
- Moore, M., Tyler, J.W., y Chigerwe, M. (2005). Effects of delayed colostrum collection on colostrum IgG concentration in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226, 1375-1377.
- Morrill, K.M., Conrad, E., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J., y Tyler, H. (2012). Nationwide evaluation of quality and composition of colostrums on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, 95, 3997–4005.

- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., y Ronchi, B. (1997). Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *Journal of Dairy Science*, 80, 838–844.
- National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*(7^aed.). Washington: NRC.
- Nocek, J.E., Braund, D.G., y Warner, R.G. (1984). Influence of Neonatal Colostrum Administration, Immunoglobulin, and Continued Feeding of Colostrum on Calf Gain, Health, and Serum Protein. *Journal of Dairy Science*, 67, 319-333
- Nousiainen, J., Korhonen, H., Syvaöja, E.L., Savolainen, S., Saloniemi, H., y Halonen, H.(1994).The effect of colostrum, immunoglobulin supplement on the passive immunity, growth and health of neonatal calves. *Agricultural Science*, 3, 421-428.
- Ontsouka, C., Bruckmaier, R., y Blum, J. (2003). Fractionized milk composition during removal of colostrum and mature milk. *Journal of Dairy Science*, 86, 2005–2011.
- Oyeniya, O.O., y Hunter, A.G. (1978). Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum. *Journal of Dairy Science*, 61, 44-48.
- Phipps, A.J., Beggs, D.S., Murray, A.J., Mansell, P.D., y Pyman, M.F. (2017). Factors associated with colostrum immunoglobulin G concentration in northern-Victorian dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 95(7), 237-243.
- Ponce de León, F. (2017). Presentación: “Proyecto calidad de Leche”. En *Jornadas técnicas para técnico de Conaprole 2017*. Guazuvirá- Uruguay.
- Pond, W.J., Church, D.C., y Pond, K.R.(2006).*Fundamentos de la nutrición y alimentación de animales*.México: Limusa.
- Pritchett, L.C., Gay, C.C., Besser, T.E., y Hancock, D.D. (1991). Management and production factors influencing Immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 74, 2336–2341.
- Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Slósarz, J., Kunowska-Slósarz, M.,Solarczyk, P., ... Przysucha, T. (2019). Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum. *Animal Breeding and Production*, 9(12), 1070.
- Quigley, J.D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., y Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 1148-1155.
- Quiroz, J.L., y Ruiz, G. (2012). Seguimiento en crianza artificial de terneros.*INTA Cuenca Informa* N°10. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/seguimiento-en-crianza-artificial-de-terneros>
- Rabello, R.F., Souza, C.R., Duarte, R.S., Lopes, R.M., Texeira, L.M., y Castro, A.C. (2005). Characterization of Staphylococcus aureus Isolates Recovered from Bovine Mastitis in Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Dairy Science*, 88,3211-3219.
- Rastani, R.R., Grummer, R.R., y Bertics, S.J. (2005). Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science*, 88, 1004–1014.

- Reschke, C., Schelling, E., Michel, A., Remy-Wohlfender, F., y Meylan, M. (2017). Factors Associated with Colostrum Quality and Effects on Serum Gamma Globulin Concentrations of Calves in Swiss Dairy Herds. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31, 1536-1571.
- Rivero M.J., Valderrama X., Haines D., y Alomar D. (2012). Prediction of immunoglobulin G content in bovine colostrum by near-infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 95,1410–1418
- Robison, J.D., Stott G.H., y DeNise, S.K.(1988). Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *Journal of Dairy Science*, 71, 1283–1287.
- Rossitto, P. V, Ruiz, L., Kikuchi, Y., Glenn, K., Ruiz, K., Watts, J. L., y Cullor, J. S. (2002). Antibiotic susceptibility patterns for environmental streptococcus isolated from bovine mastitis in central California dairies. *Journal of Dairy Science*, 85, 132-138.
- Ruegg, P.L., y Reinemann, D.J.(2002).Milk Quality and Mastitis Tests.*American Association of Bovine Practitioners* 36, 41–54.
- Salazar, J. (2007). Importancia del calostro en la crianza de terneras. *ECAG-Infirma*. 40, 53-55.
- Schild C. (2017). *Caracterización de los sistemas de crianza y parto y estimación de las tasas de mortalidad de terneros y abortos vistos en establecimientos lecheros de Uruguay*(Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Schild, C.O., Caffarena, R.D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., y Giannitti, F. (2020). A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 9418–9429.
- Schogor, A.L., Glombowsky, P., Both, F., Danieli, B., Rigon, F., Reis, J.H., y Da Silva, A.S. (2020). Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. *Revista MVZ Córdoba*, 25(1), 465.
- Shoshani E., Rozen, S., y Doekes, J.J. (2014). Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 2909–2922.
- Smith, L., Todhunter, A., Schoenberger, S. (1985). Environmental Mastitis: Cause, prevalence, prevention. *Journal of Dairy Science*, 68, 1531-1553.
- Smolenski, G., Haines, S., Kwan, F., Bond, J., Farr, V., Davis, S.R., ... Wheeler, T.T. (2007) Characterisation of host defense proteins in milk using a proteomic approach. *Journal of Proteome Research*, 6, 207–215.
- Srivastava, A.K., Kumaresan, A., Manimaran, A., Prasad, S. (2015). *Mastitis in dairy animals: an update*. Delhi: Satish publishing house.
- Tanner, J.M., y Lush, J.L. (1954). Body measurements and body weight. *Journal of Genetics*, 53, 36.
- Touchberry, R.W. (1951). Genetic correlations between live body measurements, weight, type and production in the same individual among Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 34(3), 242-255.

- Trotzwilliam, L.A., Leslie, K.E., y Peregrine, A.S.(2008).Passive Immunity in Ontario Dairy Calves and Investigation of Its Association with Calf Management Practices..*Journal of Dairy Science*, 91, 3840–3849.
- Tyler, J.W., Steevens. B.J., Hostetler, D.E., Holle, J.M., y Denbigh Jr, J.L. (1999). Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *American Journal of Veterinary Research*, 60, 1136–9
- Van Amburgh, M.E., Soberon, F., Karszes, y J.,Everett, R.W.(2014). *Early Life Nutrition and management impacts long-term productivity of calves*. Ithaca: Cornell University.
- Van Knegsel, T.M., Van der Drift, G.A., Cermakova, J., y Kemp, B. (2013). Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy balance, health, and fertility: A systematic review. *The Veterinary Journal*, 198, 707-713.
- Wattiaux, M. (1997). *Crianza de Terneras y Novillas*. Madison: The Babcock Institute for International Dairy Research and Development University of Winsconsin.
- Wellenberg, G. J., van der Poel, W.M., y Van Oirschot., J. T. (2002). Viral infections and bovine mastitis: a review. *Veterinary Microbiology*, 2361, 2-21.
- Wittum, T.E., y Perino, L.J. (1995). Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *American Journal of Veterinary Research*, 56(9), 1149-1154.