

**SUMINISTRO DE CALOSTRO Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE TERNEROS
RECIÉN NACIDOS**

Colostrum supply and its importance for the development of newborn calves

Cristian Camilo Torres Sánchez^{1*}

¹ Estudiante de Zootecnia¹, Universidad de Cundinamarca, Facultad Ciencias Agropecuarias,
Departamento Programa Zootecnia, Sede Principal, Ciudad Fusagasugá, Departamento
Cundinamarca, País Colombia. ORCID

Resumen

Dentro de los sistemas productivos enfocados a la producción bovina es importante considerar como principio de una buena producción un pie de cría bien desarrollado y poco propenso a enfermedades lo que va a permitir la expresión de desempeños productivos elevados. Con esta propuesta de revisión se pretende conocer cuáles son las principales condiciones alimenticias para terneros recién nacidos que ayuden a garantizar un óptimo desarrollo, teniendo en cuenta la calidad del calostro en concentración de Inmunoglobulinas (Ig) producidas por la madre y las características aportadas según la especie, además de los factores ambientales. Se fundamentará en las razones por las cuales los bovinos cuentan con una estructura placentaria especial que impide al feto adquirir inmunidad al igual que macro y micro nutrientes durante la gestación haciendo de gran importancia la ingesta de calostro en las primeras horas de vida del ternero teniendo en cuenta el metabolismo del neonato, al igual que como actúa la parte digestiva del mismo al momento de hacer la absorción del calostro teniendo en cuenta factores ambientales, manejo sanitario y el objetivo productivo buscando bienestar animal tanto de las madres como los terneros recién nacidos.

Palabras clave: Bovinos, Inmunidad, Lactante, Leche, Rumiantes.

Abstract

Within the productive systems focused on bovine production, it is important to consider as a principle of good production a well-developed calf that is not prone to diseases, which will allow the expression of high productive performances. With this revision proposal, it is intended to know which are the main feeding conditions for newborn calves that help to guarantee an optimal development, taking into account the quality of colostrum in concentration of Immunoglobulins (Ig) produced by the mother and the characteristics provided according to the species, in addition to environmental factors. It will be based on the reasons why bovines have a special placental structure that prevents the fetus from acquiring immunity as well as macro and micro nutrients during gestation, making of great importance the intake of colostrum in the first hours of life of the calf, taking into account the metabolism of the newborn, as well as how the digestive part of it acts at the moment of making the absorption of colostrum, taking into account environmental factors, sanitary management and the productive objective seeking animal welfare of both the mothers and the newborn calves.

Key words: Cattle, Immunity, Infant, Milk, Ruminants.

ESTADO DEL ARTE

1. Condiciones Productivas De Terneros

En la línea productiva enfocada a la producción bovina nacional sea de tipo carne, leche o doble propósito, es importante considerar como base productiva los terneros recién nacidos e igualmente las condiciones en las que se deben mantener durante las primeras horas de vida para garantizar el buen desarrollo de los mismos. Así entonces, hablando del calostro, este es de importancia vital a la hora de garantizar la supervivencia de los terneros, sin embargo, este debe contar con factores de calidad que están asociados a características genéticas de las madres (Schogor et al., 2020). Esto se debe a que la mayor parte de las producciones se encuentran centradas en producir animales bajo condiciones que incluyen el tipo de alimentación, la eficiencia productiva, emisiones de metano y los rasgos de la tecnología de la reproducción, entre otras (Soufleri et al., 2024). Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque estas condiciones son importantes, hay que considerar igualmente el estado de salud y bienestar de los animales, en ocasiones desconocido dentro de los objetivos de cría actuales y que se encuentran asociados directamente a la calidad del calostro o inmunidad pasiva transmitida por parte de la madre al ternero (Soufleri et al., 2024). En un estudio realizado por (Sutter et al., 2019) mencionan que una mala decisión en lo que tiene que ver con el manejo y la nutrición del ternero recién nacido puede acarrear consecuencias directas a su desempeño productivo de por vida. Terneros en mal estado de salud pueden llegar a representar directamente pérdidas económicas considerables para los productores, siendo el suministro de calostro de buena calidad y en las cantidades adecuadas una herramienta obligatoria para garantizar buena salud en los terneros (Immler et al., 2021).

1.1. Primer Alimento Del Ternero

El calostro es considerado como la primera secreción proveniente de la glándula mamaria y este está compuesto por inmunoglobulinas y factores nutricionales relacionados con la inmunidad y el crecimiento, en este caso la calidad del calostro es dada por la cantidad de inmunoglobulinas las cuales se encuentran presentes en forma de proteína (Soufleri et al., 2024)

El calostro de buena calidad es aquel que contiene un número >50 mg/mL de inmunoglobulinas (Ig), esta concentración puede variar de acuerdo con el estado de paridad de las madres (Sutter et al., 2019). (Schogor et al., 2020) mencionan que los bovinos transmiten inmunoglobulinas (Ig) al calostro mediante el receptor dependiente localizado en las células epiteliales de la glándula mamaria, pero se debe tener en cuenta que el paso de (Ig) no depende únicamente de los receptores, ya que inciden problemas metabólicos, factores hormonales y la cantidad de partos de la madre.

Valores genéticos que determinen la calidad del calostro pueden llegar a ser mediados por selección natural, puesto que, tanto el padre como la madre aportan características inmunitarias que van a ser transmitidas a su descendencia y al desarrollar con éxito la transferencia de la inmunidad pasiva se pueden disminuir factores relacionados con la morbilidad teniendo como consecuencia terneros y novillas con mejor estado de salud, mejor rendimiento en crecimiento lo que se relaciona directamente con mayor fertilidad (Soufleri et al., 2024). Adicional, el calostro cuando es comparado con la leche, presenta concentraciones superiores de sólidos totales, componentes grasos y componentes no grasos principalmente proteínas.

1.1.1. Importancia De La Evolución En La Producción Ganadera.

Dada la importancia en la producción ganadera, la evolución en la industria ha conllevado a cambios que se presentan en la función tanto económica como social de este modelo productivo, es así como la industria ganadera independientemente del objetivo productivo; llámese tipo carne o tipo leche, debe incluir procesos que vayan a favor de la innovación y desarrollo evolutivo de la industria en relación a la demanda del producto por parte del consumidor final (Aytemiz Danyer et al., 2024). Como ejemplo se presenta, el consumo de carne de res donde desde la época antigua, la carne de res presentaba mayor valor para los consumidores dependiendo de características propias a la ternera, sin embargo, con el paso de la evolución y los valores asociados a la etnozootecnia por parte de los productores, se trajo como resultados al desarrollo mejores condiciones de crianza y manejo animal, al igual que mejores garantías en la aplicación por parte de los encargados de los ranchos; pero ha llegado un punto importante que debe ser considerado por los productores como objetivo productivo y, es que ya no se trata solo de un producto tierno, sino que también comercializar un producto que contenga sabor agradable para el consumidor superando incluso las características del color y la frescura del producto, dado por las condiciones o estándares establecidos por parte de los consumidores quienes se encuentran en busca de superar sus conocimientos y mejorar sus experiencias al momento de consumir un alimento (Liu et al., 2024).

1.1.2. Modelo De Producción Ganadera

Para el contexto, es entonces donde es importante contar con animales que garanticen al consumidor final un producto de máxima calidad otorgando mayores estándares a los productores, así como reconocimiento dentro de la industria cárnica. Una de las formas para poder alcanzar estos objetivos se presenta de acuerdo a lo establecido por (Paparamborda et al., 2023) como los sistemas vaca-ternero, el cual es un modelo ampliamente utilizado en la zona sur de América dando como resultado una de las principales actividades dentro de la ganadería

y se encuentra relacionado con la producción animal en praderas nativas manejando sistemas complejos los cuales cuentan con la interacción de factores naturales como los bióticos y abióticos con la finalidad de obtener un producto animal apto para su comercialización donde la mano humana es determinante dentro de la producción. Estos sistemas vaca-ternero son de suma importancia dentro de la producción ganadera, ya sea con el objetivo cárnico u objetivo lechero; dentro de la explotación cárnica los animales son llevados a producir carne durante todo su ciclo productivo hasta cumplir con su etapa de finalización, a diferencia de la lechería, donde los animales son estimados a mantener su producción constante y también llegar a contar con animales para reemplazo (Aytemiz Danyer et al., 2024).

Es importante considerar que este tipo de sistemas igualmente cuenta con desventajas que se encuentran relacionadas con una huella ambiental baja como respuesta a una sobre explotación en el pastoreo, en la mayoría de casos como consecuencia de una mala ejecución del manejo de los animales y, esto de igual manera afecta directamente los parámetros productivos como los índices de ganancia en peso además de la atrofia en la reproducción de los animales; esta complicación en la huella ambiental también representa un aumento en la erosión de los suelos debido a la desprotección del mismo, la diversidad de plantas y animales e igualmente, esto se relaciona con la emisión de gases efecto invernadero (Paparamborda et al., 2023). Sin embargo, hay que considerar que los conocimientos por parte de los profesionales se vienen reforzando y todo depende de la ejecución en la forma de alimentar y mantener los animales. Por ejemplo: (Liu et al., 2024) menciona que existen suplementos dietéticos como él (*Allium mongolicum*) que pueden ser utilizados en la alimentación animal y que al mezclarse con otro tipo de alimentos pueden contribuir a mejorar las condiciones en las cuales se produce proteína de origen animal, ya que según el estudio el (*Allium mongolicum*) al suministrarse en polvo tiene una respuesta positiva en el sabor de la carne de res garantizando mejores sensaciones en cuanto a sus características organolépticas. Esto sería de gran importancia, ya que a nivel mundial se espera que la población humana aumente, lo que representaría una creciente en la demanda de proteína

de origen animal en un 20%, pero para algunos países el consumo de carne de res ha desacelerado como consecuencia de los inconvenientes que las personas observan al momento de producir animales, inconvenientes que van directamente relacionados con el bienestar animal, el manejo de la huella ambiental y la salud (Aytemiz Danyer et al., 2024).

1.1.3. Estrategias De Manejo Animal.

De acuerdo con lo anterior, puede ser importante entonces tener en cuenta lo mencionado en pro de planificar estrategias para nivelar los nichos de mercado posible, ya que es muy probable que los productores no adopten, por ejemplo; estrategias para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero o potencializar los mercados activos si hay una disminución en la productividad o la rentabilidad (Hammond et al., 2016). Este tipo de estrategias pueden asociar condiciones de manejo en los animales, que para el caso de la ganadería pueden dividirse en tres etapas, en las cuales el levante y la ceba han sido ampliamente consideradas objeto de investigación por parte de la comunidad científica, a diferencia del pree destete, lo que significa que el manejo de terneros en la etapa de pree destete es una fase del manejo que no se ha tenido en cuenta en los procesos de investigación y esto debe tener un valor de alto impacto en la ganadería ya que sin importar las bondades de los terneros (carne o leche) se deben considerar las funciones prácticas en el manejo sanitario al igual que las condiciones de bienestar animal, lo que va a garantizar mayor rendimiento en la etapa adulta (Aytemiz Danyer et al., 2024).

1.2. Características Aportadas Por La Madre Al Ternero

Mediados por la investigación se ha podido estimar que existen valores que asocian la heredabilidad genética con la composición del calostro, lo que señala que puede presentarse una mejora en las características propias del calostro mediadas por una crianza selectiva, ya que

existen factores como el genotipo y el fenotipo que se pueden clasificar dentro de los valores hereditarios que pueden ser transferidos luego de desarrollar un plan que implique corregir las condiciones ambientales y otros factores que no tienen que ver con la genética (Soufleri et al., 2024). De acuerdo con el estudio realizado por parte de (Schogor et al., 2020) en vacas tipo leche de las razas Holstein y Jersey no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los valores de la composición del calostro en cuanto a la cantidad de inmunoglobulinas (IgG) en relación con la raza, pero si se presenta una diferencia en la concentración de inmunoglobulinas (IgG) en relación con la cantidad de partos por vaca, además que las características del calostro aumentan en calidad de acuerdo al manejo pre parto que se aplica a los animales, puesto que las vacas que fueron asignadas en corrales de manera individual y a las cuales se les suministro alimento balanceado presentaron mejor calidad en el calostro en comparación con las vacas que fueron alojadas en corrales colectivos y a las cuales no se les asigno alimento balanceado (Tabla 1). Por otro lado (Pisello et al., 2021) mencionan que, aunque existen pocos estudios que indagan a cerca de comparaciones en la calidad del calostro entre una hembra tipo carne y una hembra tipo leche, es preciso que las vacas tipo carne durante su primer ordeño producen calostro con una concentración de IgG en un nivel más alto, las concentraciones de acuerdo a lo anterior pueden llegar a ser de (99 mg/ml y 66 mg/ml) respectivamente. (Elizondo-Salazar, 2015) concluyo en un estudio que el efecto de la raza no es significativo en países como costa rica, ya que allí no se ha valorado la importancia de la concentración de IgG en el calostro bovino, sin embargo los estudios no deben generalizarse, ya que existen condiciones asociadas al manejo de los animales, el tipo de condiciones ambientales, además del objetivo productivo sea carne o leche que pueden considerar la concentración de IgG dependiendo de la raza; al igual que menciona, el aumento en la concentración de IgG en el calostro producido dependiendo del número de partos por vaca, es decir, que a mayor número de partos mayor es su capacidad de transmitir IgG. Existe igualmente mucha variación al evaluar en vacas de manera individual la cantidad de IgG producidas en el calostro, pero a nivel particular, en vacas de tipo carne la

probabilidad de producir menos volumen de calostro es mayor, sin embargo, al hablar de volumen no se habla de cantidad de IgG, ya que estas producen calostro con mayor concentración de IgG en comparación con las vacas tipo lechero (Breuer et al., 2023)

1.2.1. Estrategias Para Aumentar Concentración De Inmunoglobulinas En Vacas

Existen en la actualidad estrategias que pueden ser utilizadas con el fin de contribuir a que las vacas aumenten la concentración de IgG, estas establecen procedimientos de aplicación de hormonas como la oxitocina y manejo con ternero al lado en un tiempo aproximado minutos antes de la estimulación para el ordeño, estas técnicas garantizan una concentración de IgG mayores a las que se presentan en vacas a las cuales por manejo se les retira el ternero inmediatamente después del parto, pero para que esto se pueda llevar a cabo se debe tener en cuenta la cantidad de calostro que es producida, ya que puede afectar directamente la calidad del calostro producido por las vacas primíparas y multíparas, es decir que si el objetivo es hacer que las vacas produzcan mayor cantidad en (Kg) la concentración de IgG será menor, entonces es importante recalcar que igualmente, las vacas multíparas presentan mayor concentración de IgG en el calostro en comparación con las vacas primerizas, además que existen condiciones que pueden modificar esta composición y están relacionadas con la hora de la parición, ya que las vacas que paren en las horas de la noche hacia la madrugada también presentan mayores concentraciones de IgG en comparación a las vacas que la parición fue en las horas luz e igualmente se presenta aumento en la concentración de IgG cuando se realizan los procedimientos de recolección en días de plena tranquilidad para el animal; así es como los productores pueden confundir el estado del calostro producido con la cantidad del mismo y desmeritan las condiciones de la madre (Sutter et al., 2019).

1.2.2. Cuidado De La Gestación.

La salud de los terneros es una condición sumamente importante desde el punto de vista profesional ya que esta desencadena pérdidas económicas considerables, es por eso que se debe contemplar la crianza desde la gestación en el vientre de la madre y uno de los factores importantes a tener en cuenta es la nutrición de la madre, ya que de efectuarse de forma equivocada puede ocasionar daños a nivel metabólico lo que desencadena un sin número de consecuencias en las que se ve afectado directamente el rendimiento en la calidad del calostro producido y la inmunidad que va a ser transmitida por la madre al ternero dando como resultado terneros con mal desarrollo y vulnerables a cualquier tipo de enfermedades (Immler et al., 2021). (Prom et al., 2022) en un estudio, mencionan que la dieta de la madre días previos al parto suplementada con B-carotenos puede llegar a enriquecer el calostro en relación al porcentaje de grasa, B-carotenos y contenido de vitamina A lo que traería como resultado un mejor desarrollo metabólico al ternero al momento de consumir este calostro, además de tener efecto antioxidante dando mayor capacidad de desarrollo digestivo al ternero.

1.3. Características Del Ternero Recién Nacido

Los terneros son animales que pertenecen al género de los mamíferos, sin embargo cuentan con características propias de la especie como el comportamiento que se presenta entre la madre y el feto durante la etapa de gestación, ya que los terneros nacen agammaglobulinemicos y esta condición se presenta porqué durante la gestación la madre cuenta con una membrana placentaria de tipo sinepiteliocorial y esto genera que los terneros no reciban la inmunidad por parte de la madre durante su desarrollo gestacional (Turini et al., 2020). Es por esta razón que

es de gran importancia el consumo del calostro durante las primeras horas de vida, además un estudio realizado por (Liermann et al., 2020) menciona que adicional a la IgG que contiene el calostro también transmite sustancias que son biológicamente necesarias para el organismo sin ser nutritivas como factores de crecimiento y desarrollo y hormonas, desencadenando un óptimo crecimiento y maduración postnatal de los terneros neonatos favoreciendo el desarrollo intestinal y la absorción de los nutrientes por parte del intestino. Además, los terneros presentan deficiencia de vitamina A al momento del nacimiento en consecuencia a la baja transferencia placentaria por parte de la madre, es decir que dependen también del consumo de calostro para aumentar los niveles de vitamina A (Prom et al., 2022)

1.3.1. Relación Del Microbioma Intestinal Del Ternero Neonato.

Existen características a nivel del microbioma intestinal de los terneros neonatos, ya que este es de gran importancia para la acción efectiva de las funciones en el organismo tanto a nivel metabólico como nutricional; dentro de algunas funciones se encuentra la maduración del sistema inmune innato en los primeros años de desarrollo y, además también conformar la barrera intestinal; resulta que aunque no se conoce con claridad la aparición del microbioma intestinal del ternero, algunos estudios aseguran que el meconio y/o la primera excreta fecal por parte del neonato relaciona una siembra intrauterina, es decir, que se puede relacionar antes del parto a partir del líquido amniótico, la placenta, el cordón umbilical y el calostro dando mayor auge según el estudio la placenta, el cordón umbilical y el calostro (Zhu et al., 2021). Sin embargo, es importante contemplar que dentro del calostro también se pueden encontrar microorganismos patógenos que pueden generar riesgo de presentar enfermedades interrumpiendo la eficiencia en la absorción de los anticuerpos que están siendo transmitidos al neonato (Hennessy et al., 2023). El inconveniente que se presenta es que, los estudios que se

han realizado no son relevantes, queriendo decir que no se han centrado en estudiar la evolución y el desarrollo del microbioma intestinal de los terneros neonatos (12).

1.3.2. Absorción De Las Inmunoglobulinas

Para la acción efectiva en el momento del consumo del calostro por parte del ternero, se debe tener en cuenta que el ternero al ser rumiante, pero al encontrarse en condición de neonato por medio de la gotera esofágica el calostro va a dirigirse directamente al abomaso sin presentar ninguna alteración en este, debido a que las enzimas presentan una retardada actividad; de esta manera se darán paso las IgG hasta el yeyuno e íleon sin sufrir algún percance, donde traspasarán por acción de la pinocitosis a nivel celular, hacia el intestino delgado de fácil permeabilidad con el objetivo de coronar los vasos linfáticos que desembocan en el torrente sanguíneo del organismo, dando al ternero inmunidad específica (Montalvo P, 2023).

1.3.3. Estrategias Alimenticias Para Los Terneros

(Mellors et al., 2023) En un estudio realizado mencionan que algunas estrategias de manejo alimenticio para terneros recién nacidos se manejan con sucedáneos que simulan contener los requerimientos en cuanto a macro y micronutrientes que estos animales necesitan, pero también puede ocasionar problemas a nivel gastro intestinal, al igual que menciona, el suministro de leche entera en polvo donde esta es suministrada comparando su efecto en la nutrición de los terneros con los sucedáneos y este pudo concluir que a nivel metabólico no es muy seguro el suministro de sucedáneos en la alimentación, ya que puede ocasionar atrofia en el desarrollo del tracto gastro intestinal de los terneros recién nacidos en comparación con la leche entera en polvo. Sin embargo, la calidad de la inmunidad pasiva es medida por la concentración de IgG por ml de calostro que sea suministrado al ternero, pero existe la idea de que cuando se cuenta con calostro

con niveles séricos de IgG de baja y media calidad este puede ser mezclado con sustitutos de calostro en polvo con el objetivo de aumentar la calidad de este sin generar complicaciones en la salud del ternero(Lopez et al., 2023). Otros estudios complementan en que alimentar terneros con leche acidificada o sucedáneos conlleva a mejores resultados en la ganancia de peso registrada al igual que mejor puntuación fecal, ocasionando buen ritmo en el desarrollo de los terneros recién nacidos, sin embargo, hay que considerar que los estudios se quedan algo cortos y no es un argumento netamente confiable para ser aplicado (Hennessy et al., 2023). Por otro lado, el hecho de alimentar los terneros en varias ocasiones durante el periodo de tiempo que va desde las 5-6 horas posteriores al parto puede influir en que se aproveche de mejor manera las IgG, es decir, dando una mejor absorción a nivel intestinal, siempre y cuando se respeten las concentraciones de IgG que requiere el ternero generando éxito en la transferencia de inmunidad pasiva (Lopez et al., 2022).

Dentro del tipo de alimentación también es importante considerar que no todos los terneros que nacen necesitan consumir la misma cantidad de calostro de buena calidad, ya que pueden presentarse problemas de diarreas que de acuerdo al estudio pueden ser asociados con bacterias, pero de manera desconocida, por lo que se puede indagar que se trataría de exceso en el suministro de calostro, sin embargo, es un tema que no se puede concluir debido a que los estudios difieren mayor investigación en relación a este tema (Turini et al., 2020).

Lo importante es aclarar y garantizar que el ternero recién nacido consuma su calostro durante las primeras 24 horas posteriores al parto, ya que su organismo se encuentra eficiente para tomar la inmunidad de la madre, pues el intestino tiene la capacidad de absorber moléculas de gran tamaño como las IgG integrales y otras proteínas por medio de la membrana celular de los enterocitos pues los poros intestinales que se encuentran en medio de los enterocitos durante las primeras 24 horas son lo suficientemente amplios para garantizar el paso de las IgG de

manera libre; durante el proceso de transición de tamaño de la pared intestinal en el recién nacido, pasadas entre seis y doce horas empieza a cerrar estas paredes dificultando el paso y estas paredes van a cerrar por completo pasadas entre doce a treinta horas posteriores al parto, lo que significa que, hay que tener en cuenta la hora del nacimiento para garantizar que no se pierdan anticuerpos, ya que los poros intestinales pueden absorber un 50% de las IgG durante las seis horas posteriores al nacimiento del ternero, pasado este tiempo el rango de absorción disminuye a casi la mitad (Montalvo P, 2023).

2. Características Del Calostro Bovino

Este tipo de alimento es utilizado bajo diversas técnicas para alimentación de terneros neonatos y se compone principalmente por minerales, grasas y proteínas quienes conforman las IgG; es importante reconocer que el calostro puede ser suministrado a los terneros con una cantidad homóloga que va de 8 a 10% del peso vivo en calostro por litro en el tiempo que transcurren las primeras 12 horas de vida con una concentración mínima de 0,8g IgG/L de calostro, este tiene una transición a leche (Tabla 2) que se justifica en el tipo de alimentación que reciba la vaca durante el tiempo de secado, al igual que las condiciones sanitarias en las que se encuentre y su ambiente (Montalvo P, 2023). (Masterson et al., 2024) en otro estudio mencionan que la transición de la leche que esta mediada por las dos primeras semanas de lactancia, sin embargo, presenta una variación en las concentraciones de proteína de calostro a leche, presentando una alteración compuesta del día 0 al día 2 post parto y las cuales se encuentran relacionadas con la parte inmunitaria, es decir que es por esa razón que el ternero debe consumir el calostro en las horas posteriores al parto.

2.1. Rango De Calidad Del Calostro.

La calidad que permite identificar el calostro al momento de ser suministrado a los terneros es mediada por la cantidad de IgG en su concentración, donde esta debe ser mínimo de 50mg/ml para considerarse de calidad, a continuación, en el (Tabla 3) se muestra la clasificación del calostro de acuerdo con la concentración (Montalvo P, 2023)

Las inmunoglobulinas del calostro están conformadas por proteínas las cuales son de tipo mono y poliméricas, formadas por dos cadenas polipeptídicas de bajo peso y dos cadenas pesadas las cuales forman una partícula en forma de Y gracias a la acción de conectividad por la acción de enlaces disulfuro y estas inmunoglobulinas presentan divisiones según su clase mediado por su composición fisicoquímica, biológica e inmunológica (Puppel et al., 2019). El calostro al ser el alimento que la madre produce para alimentar su ternero contiene un amplio espectro de componentes que brindan inmunidad y nutrición, al igual que las Ig de Isotipo G (IgG) las cuales vienen a representar el 85% de las Ig totales que se encuentran en el calostro (Turini et al., 2020). Este isotipo es compuesto por IgG1 y IgG2, las cuales trabajan en asociatividad para brindar al ternero inmunidad transmitida por la madre pero que no es sintetizada por el ternero durante el tiempo que lleve al ternero desarrollar su propia inmunidad activa (Puppel et al., 2019). (Montalvo P, 2023) menciona también, que existen Ig de Isotipo (IgA, IgG y IgM) y que en su gran mayoría la IgG y la IgM son las encargadas de combatir patógenos externos que afectan el torrente sanguíneo, de igual manera los Isotipos IgA y IgM se encuentran en concentraciones entre el 10 y el 15% las cuales pueden variar de acuerdo a la carga inmunitaria con la que se encuentre la madre al igual que su alimentación. El calostro también es un alimento que se encuentra compuesto por componentes bioactivos como la lactoferrina que actúa como antimicrobiano y también hormonas peptídicas como la insulina que ayuda a mejorar la absorción de la glucosa, por ende, estos compuestos promueven la salud del ternero ofreciendo protección contra enfermedades que se pueden presentar antes del destete; es por esta razón que el autor sugiere

que para realizar evaluación de la calidad del calostro, sea necesario ampliar las variables y no centrarse solo con la concentración de IgG sino también contemplar los compuestos bioactivos, al igual que la grasa proteína y lactosa, buscando mejorar de forma más completa la calidad del calostro (A.J Fisher-Tlustos et al., 2024).

2.1.1. Calostrogénesis.

El proceso de calostrogénesis como se le conoce a la formación del calostro dentro de la glándula mamaria (Godden et al., 2019), ya que este se conoce como la primera secreción láctea que produce la madre inmediatamente después del parto y es una sustancia compuesta por nutrientes y moléculas bioactivas generando respuesta positiva en el ciclo nutricional del ternero (Ariton et al., 2023). Este es un proceso que inicia semanas anteriores al parto y su síntesis está dada por las hormonas lactogénicas además de la prolactina dando por finalizado su proceso de manera repentina al momento del parto, el mecanismo de transferencia de IgG desde el torrente sanguíneo hasta el calostro es intermediado por las paredes de la glándula mamaria, ya que existe un transporte especializado que se encarga de accionar los receptores de las células epiteliales alveolares con el fin de capturar IgG que se encuentran en el líquido extracelular desencadenando en la molécula procesos de endocitosis, transporte para posterior liberación en las secreciones lumbinales; es importante considerar el momento de finalización cuando la transición de calostro a leche natural es efectivo, ya que este proceso finaliza al momento en que los receptores de las células epiteliales alveolares detienen la expresión del receptor que de acuerdo al estudio sucede en respuesta a la concentración de prolactina dado el inicio de la lactancia (Godden et al., 2019)

2.1.2. Sustitutos Nutricionales Y Los Parámetros Relacionados Con El Tipo De Calostro.

La alimentación del ternero con calostro es primordial en los sistemas que se encuentran direccionados al manejo de terneros, pero cuando no se cuenta con calostro materno de alta calidad, se puede optar por la utilización de sustitutos de calostro, los cuales pueden ser suministrados y su acción es eficiente cuando los niveles de concentración de IgG son $>100\text{mg}$ por dosis, concentraciones menores en los productos sustitutos no podrían considerarse eficientes para cumplir con la nutrición del ternero, sin embargo, se debe contemplar que los sustitutos son una alternativa a una posible solución de un problema, pero no deben ser considerados como reemplazo del calostro materno natural directamente (Lopez & Heinrichs, 2022). Existe un tiempo de aplicación denominado periodo perinatal que relaciona el acceso oportuno de calostro de calidad por parte del ternero con la nutrición e inmunidad frente al potencial infecto contagioso que conlleva el periodo perinatal y neonatal (Reyes L et al., 2016). El calostro igualmente está compuesto por nutrientes 1,85 veces mayor en MS, 4,52 más proteína, 1,68 veces más grasa al igual que mayor cantidad de vitaminas y minerales en comparación con la leche entera; además también el calostro no solo contiene lactosa, sino que también cuenta con otros azúcares como glucosa, fructosa, galactosamina y glucosamina las cuales contribuyen al aporte energético en el cual se encuentra ineficiente el ternero recién nacido (Lopez & Heinrichs, 2022) La ingesta de calostro por parte del ternero ayuda al desarrollo y crecimiento ya que este es una fuente de energía rápida siendo necesaria para la termorregulación corporal, aumento del calor y la posibilidad de adaptación a las circunstancias del medio ambiente con las que apenas se está relacionando el ternero, además influye en la colonización de bacterias beneficiosas para el tracto gastrointestinal reaccionando de manera efectiva el desarrollo morfológico postnatal, al igual que la maduración del tracto gastrointestinal (Abdelsattar et al., 2022). (Mansour, 2022) menciona igualmente que el calostro es un impulsor para mejorar el desarrollo de las células madre de la médula ósea, reducir el porcentaje de grasa corporal y la mejor conformación del tejido muscular en transformación a carne, pero hay que

considerar que existen dos formas para conocer la calidad que ofrece el calostro, la primera está relacionada con la concentración de IgG y la segunda es relación con la concentración de bacterias totales, el rango de aceptación permitido es (<100.000UFC/ml) y la carga patogénica debe indicar que el producto se encuentra libre de *E. coli* y salmonella, entre otros; al no contar con estas garantías se va a ver predispuesto el ternero a adquirir mayor carga de patógenos aun así se realice tratamientos términos adecuados. En el recuento de coliformes los registros indican que deben ser un número inferior a 10.000 UFC/ml (Yasir et al., 2024). Sin embargo, (Bachmann et al., 2024) pudieron concluir que en el mundo existe un aumento en el número de patógenos portadores de bacterias intestinales, teniendo en la lechería con mayor vulnerabilidad a los terneros recién nacidos, eso se presenta como consecuencia a la mala higiene que se le da al calostro, ya que en la mayoría de lecherías especializadas por manejo se suelen retirar los terneros del lado de la madre inmediatamente después del parto, en la mayoría de los casos pretendiendo controlar la ingesta oportuna y la cantidad adecuada de calostro, pero no se tiene en cuenta que al momento de la recolección, transporte y almacenamiento el alimento puede contraer patógenos que causan problemas a nivel gastrointestinal en el ternero como los desencadenados por positivos para *E.coli*. Desafortunadamente en algunos sistemas de producción la alimentación con calostro producido por la madre de buena calidad es imposibilitada lo que lleva a los productores a tomar decisiones en la manera de alimentar sus terneros por lo que optan por mezclar el calostro recolectado de todas las madres, transportarlo y almacenarlo para un posterior consumo, sin embargo, esto genera problemáticas por transmisión de patógenos como *Micobacterium avium* subespecie paratuberculosis, *Salmonella* y *Mycoplasma bovis*; con los procesos de pasteurización se pueden llegar a controlar este tipo de patógenos, pero hay que tener en cuenta que no se pueden eliminar por completo por eso es importante la higiene del calostro en los sistemas al momento de criar terneros (Denholm, 2024). (Yasir et al., 2024) Mencionan igualmente que dentro de las condiciones dadas para evaluar la calidad del calostro se deben contemplar la elaboración de perfiles de microbioma del calostro al

igual que evaluaciones determinantes de la seguridad microbiológica, teniendo en cuenta que estas acciones modulan el sistema inmune del ternero por lo cual se puede ver directamente afectada la salud de este.

2.1.3. Inmunoestimuladores Para Las Hembras Bovinas.

El calostro bovino viene a ser considerado como un super alimento que puede contribuir a la mejora en la salud gastrointestinal no solo en terneros recién nacidos, al igual que puede ser utilizado como mezcla con otro tipo de productos brindando mayores condiciones nutricionales a los consumidores (Playford & Weiser, 2021) Existen dentro de los modelos de investigación estrategias que simulan acciones eficientes respecto a la calidad del calostro, este tipo de estrategias buscan dosificar la concentración de IgG en el calostro suministrado al ternero mejorando la condición inmunitaria de la madre, a esto se le conoce como inmunoestimuladores y busca también mejorar la adaptabilidad de los terneros a las condiciones ambientales y tecnológicas, este tipo de estrategia es a base en su mayoría de casos de productos naturales que contribuyen a la acción efectiva de los procesos que dan lugar a la calostrogénesis en la madre (Semenov et al., 2021). Existe otros tipos de estrategias como las que son mediadas por la alimentación de la madre en el periodo de secado, ya que la madre presenta un aumento en los requerimientos nutricionales en beneficio mismo para el proceso de parto, este tipo de estrategias son a base de sales mineralizadas traza o sales inorgánicas, las cuales de acuerdo al estudio pueden estabilizar los nutrientes requeridos por la madre en este periodo, pero no influyen en nada en lo que corresponde a la calidad en concentración de IgG y la cantidad del calostro (Ogilvie et al., 2023). Otro estudio realizado por (Mann et al., 2024) determino que existen productos hormonales como la Oxitocina que pueden ser aplicados con el fin de garantizar una mejor calidad en el calostro, sin embargo, la conclusión no es tan concreta, debido a que se debe

considerar factores productivos para evaluar la eficiencia de la hormona como lo que tiene que ver con el número en días de los periodos de lactancia de las madres, el número de partos, es decir, vacas primerizas o vacas multíparas y también los días de secado, ya que la utilización de Oxitocina vía intramamaria en vacas primerizas, por ejemplo: puede aumentar la producción de calostro en Kg, pues posiblemente la hormona abordo la eyección de leche modificando los rendimientos ocasionando aumento en la cantidad de calostro en vaquillas de primer ordeño, pero no afecto la concentración de IgG, igualmente depende de nuevos estudios para dar mayor confiabilidad a estas estrategias que buscan mejorar el calostro.

3. Características De La Placentación Bovina.

En las diferentes especies de mamíferos la eficiencia en el desarrollo del feto se encuentra mediada por la placenta, esta se encuentra conformada por diferentes estructuras conocidas como tejido materno y tejido fetal (Roa et al., 2012)(Davenport et al., 2023) mencionan que el endometrio de los rumiantes está compuesto por carúnculas con su función específica; el adosamiento o interdigitación entre el cotiledón del corión y las carúnculas de la pared del endometrio se le conoce como placentoma el cual es altamente vascularizado lo que le facilita la acción de nutrir el feto en desarrollo. (Bridger et al., 2007) complementan que los sitios clave para que se presente interacción entre el feto y la madre son los placentomas y estos a su vez son los que sobresalen hacia la cavidad amniótica/alantoidea. La parte del tejido materno y tejido fetal va a representar la unidad funcional de la placenta (Santos et al., 2017). Estos tejidos presentan delimitación por acción de capas epiteliales, trofoblasto y epitelio materno respectivamente, es así entonces, que se identifica la placenta sinepiteliocorial de los bovinos (Bridger et al., 2007). La estructura fetal compone el corión, el cual depende de la estructura placentaria para así permitir asociarse con el saco vitelino o el alantoides (Roa et al., 2012) y así la función de la placenta esté relacionada con nutrir al feto, entre los mamíferos no existe un

organismo capacitado con un órgano tan diferente entre linajes como la placenta (Sakurai et al., 2023). (Santos et al., 2017) mencionan que la implantación placentaria es un proceso de alta complejidad donde se involucran procesos bioquímicos y modificaciones a nivel molecular, específicamente el contacto entre células de diferente origen, invasión y/o fusión, así mismo depende de la especie el tipo de placentación.

3.1. Modificaciones Histológicas De La Placenta Bovina.

De acuerdo con los estudios el tipo de placentación bovina presenta modificaciones histológicas durante el periodo de gestación, ya que la primera parte es una placenta epiteliocorial, contando con las seis capas que forman la barrera hematoplacentaria o interhemática, llegado el último tercio de la gestación la placenta pasa a tomar una forma sinepiteliocorial, en consecuencia a la migración de las células binucleadas al epitelio uterino, esta última forma adoptada por la placenta de acuerdo al estudio es la más considerada como la verdadera placenta de los rumiantes (Santos et al., 2017). A continuación, en el (Tabla 4) se presenta la clasificación de la placenta en los mamíferos.

Por otro lado, la placenta presenta una forma de relación de interfase entre la madre y el feto, lo cual es favorable para desencadenar intercambio gaseoso y metabólico entre las dos partes y además posee la capacidad de secretar hormonas, además de producir un tipo de barrera que diferencia el sistema inmune de la madre y el feto garantizando la permanencia con vida del feto (28).

3.1.1. Morfología De La Placenta Bovina.

En los rumiantes la placenta sería de tipo cotiledonaria de acuerdo a su morfología, es decir, la forma en la que se distribuyen las vellosidades coriales, ya que en este tipo de placenta se

agrupan formando rosetas denominados cotiledones, los cuales van a relacionarse con las carúnculas que se encuentran en el epitelio endometrial del útero, esta unión de estructuras coriónicas asociadas da forma a lo que se conoce como placentoma (Roa et al., 2012). Para complementar (Semenov et al., 2021) mencionan que la estructura sindesmocorial de la placenta de los rumiantes cumple la función de bloquear el paso de Inmunoglobulinas maternas al feto, lo que quiere decir que el ternero al nacer su condición es Agammaglobulémico, es decir que no cuenta con inmunidad, de ahí la gran importancia que existe en que se le suministre calostro durante las primeras horas de vida.

CONCLUSIONES

- Dentro de esta revisión se pudo concluir que existen factores que pueden llegar a influir en la calidad del calostro los cuales están relacionados con la genética de la madre, las bondades productivas de la madre, la hora del parto, la nutrición y alimentación previa al parto, el manejo al momento del primer ordeño, el nivel de paridad y las condiciones ambientales donde se encuentre el animal.

- Los terneros al ser agammaglobulinémicos al momento del nacimiento necesitan del calostro de alta calidad para adquirir inmunidad, además de sustancias que son biológicamente necesarias para el organismo sin llegar a ser nutritivas como lo son factores de crecimiento y desarrollo y hormonas dando efecto al desencadenamiento de un óptimo crecimiento y maduración postnatal de los terneros neonatos favoreciendo el desarrollo intestinal llegando a dar estabilidad al microbioma y a la adsorción de los nutrientes generando beneficio en el rendimiento productivo, como es la maduración reproductiva, la ganancia de peso, la eficiencia reproductiva, etc.
- La madre aproximadamente 3 semanas previas al parto sintetiza el calostro por medio de la acción de hormonas lactogénicas además de la prolactina dando por finalizado el proceso repentinamente al momento del parto, la transferencia de IgG desde el torrente sanguíneo hasta el calostro es intermediado por las paredes de la glándula mamaria, por la acción de un transporte especializado que se encarga de accionar los receptores de las células epiteliales alveolares con el fin de capturar las IgG que se encuentran en el líquido extracelular desencadenando en la molécula procesos de endocitosis, transporte y posterior liberación en las secreciones luminales. Al momento del parto y luego de la acción efectiva de consumo del calostro por parte del ternero por acción de la gotera esofágica el calostro va a ser dirigido directamente al abomaso sin presentar ninguna alteración, debido a que las enzimas presentan una retardada actividad, de esta manera se darán paso las IgG hasta el yeyuno e íleon, donde traspasarán por acción de pinocitosis a nivel celular hasta el intestino delgado de fácil permeabilidad con el objetivo de coronar los vasos linfáticos que desembocan en el torrente sanguíneo del organismo, dando al ternero inmunidad específica. Este proceso se debe llevar a cabo durante las 24 horas posteriores al parto, ya que es cuando el intestino delgado tiene la capacidad de absorber moléculas de gran tamaño como las IgG por medio de la membrana celular de los enterocitos pues los poros intestinales que se encuentran en medio de los enterocitos

son lo suficientemente amplios para dar paso a las moléculas de gran tamaño, luego de cumplidas las primeras 6 horas post parto las paredes intestinales se empiezan a cerrar empezando a dificultar el paso de las moléculas y pasadas las 24 horas el paso de las moléculas a través del intestino es imposibilitado.

AGRADECIMIENTOS

De antemano el autor expresa agradecimientos al Dr. David Esteban Contreras Márquez por su acompañamiento, tiempo y confianza como profesional para asesorar esta revisión de literatura e igualmente el apoyo bajo los conocimientos a cerca de la estructuración del documento y la experiencia respecto al tema central de la revisión como rol de jurados al Dr. Jeison Torres Torres y al docente Zootecnista de la Universidad de Cundinamarca Luis Alfonso Bocanegra Moreno. Esta revisión es elaborada por el autor como opción para trabajo de grado del pregrado como zootecnista.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no declaran algún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelsattar, M. M., Rashwan, A. K., Younes, H. A., Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Mehanni, A. H. E., Vargas-Bello-Pérez, E., Chen, W., & Zhang, N. (2022). An updated and comprehensive review on the composition and preservation strategies of bovine colostrum and its contributions to animal health. In *Animal Feed Science and Technology* (Vol. 291). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115379>
- A.J Fisher-Tlustos, S.L. Cartwright, K.S. Hare, D.J. Innes, J.P. Cant, M. Tortades, F. Fabregas, A. Aris, E. Garcia -Fruitos, & And M.A. Steele. (2024). *Insuline, IGF-I, and lactoferrin concentrations and yields and their associations with other components within colostrum, transition, and whole milk of primiparous and multiparous holstein cattle*. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Ariton, A.-M., Neculai-Văleanu, A.-S., Radu, C., Porosnicu, I., & Ungureanu, E. (2023). Bovine Colostrum Management and the Factors Influencing its Quality. In *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* (Vol. 2023, Issue 2).
- Aytemiz Danyer, I., Diaz Vicuna, E., Manfrè, C., Contiero, B., Forte, C., & Brscic, M. (2024). State of the art of the cow-calf systems in beef and dairy cattle (*Bos taurus*) operations in EU, USA, and Brazil from 1998 to 2023. *Research in Veterinary Science*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105398>
- Bachmann, L., Weber, L., Liermann, W., Hammon, H. M., Delling, C., Dengler, F., Schaufler, K., Schwabe, M., Eger, E., Becker, K., Schütz, A., & Homeier-Bachmann, T. (2024). Colostrum as a source of ESBL-*Escherichia coli* in feces of newborn calves. *Scientific Reports*, 14(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-60461-4>
- Breuer, R. M., Wiley, C., Dohlman, T., Smith, J. S., McKeen, L., & Kreuder, A. J. (2023). Comparison of turbidometric immunoassay and brix refractometry to radial immunodiffusion for assessment of colostrum immunoglobulin concentration in beef cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37(5), 1934–1943. <https://doi.org/10.1111/jvim.16833>
- Bridger, P. S., Haupt, S., Klisch, K., Leiser, R., Tinneberg, H. R., & Pfarrer, C. (2007). Validation of primary epitheloid cell cultures isolated from bovine placental caruncles and cotyledons. *Theriogenology*, 68(4), 592–603. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.05.046>
- Davenport, K. M., Ortega, M. S., Johnson, G. A., Seo, H., & Spencer, T. E. (2023). Review: Implantation and placentation in ruminants. In *Animal* (Vol. 17). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100796>
- Denholm, K. (2024). Benefits of extended colostrum feeding in dairy calves and how to implement it on farm. In *Practice*, 46(7), 380–387. <https://doi.org/10.1002/inpr.424>
- Elizondo-Salazar, J. A. (2015). Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 27.
<https://doi.org/10.15517/am.v26i1.16890>
- Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 35, Issue 3, pp. 535–556). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Hammond, K. J., Jones, A. K., Humphries, D. J., Crompton, L. A., & Reynolds, C. K. (2016). Effects of diet forage source and neutral detergent fiber content on milk production of dairy cattle and methane emissions determined using GreenFeed and respiration chamber techniques. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 7904–7917. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10759>
- Hennessy, M., Kristula, M., Cady, S., Smith, B., Indugu, N., Vecchiarelli, B., & Pitta, D. (2023). Acidification of colostrum affects the fecal microbiota of preweaning dairy calves. *JDS Communications*, 4(2), 80–85. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0296>

- Immler, M., Failing, K., Gärtner, T., Wehrend, A., & Donat, K. (2021). Associations between the metabolic status of the cow and colostrum quality as determined by Brix refractometry. *Journal of Dairy Science*, *104*(9), 10131–10142. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19812>
- Liermann, W., Schäff, C. T., Gruse, J., Derno, M., Weitzel, J. M., Kanitz, E., Otten, W., Hoeflich, A., Stefaniak, T., Sauerwein, H., Bruckmaier, R. M., Gross, J. J., & Hammon, H. M. (2020). Effects of colostrum instead of formula feeding for the first 2 days postnatum on whole-body energy metabolism and its endocrine control in neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, *103*(4), 3577–3598. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17708>
- Liu, W., Gao, H., He, J., Yu, A., Sun, C., Xie, Y., Yao, H., Wang, H., Duan, Y., Hu, J., Lei, Z., & Tang, D. (2024). Evaluation of the effect of dietary supplementation with *Allium mongolicum* regel bulb powder on the volatile compound and lipid profiles of the longissimus thoracis in Angus calves based on GC–IMS and lipidomic analysis. *Food Chemistry: X*, 101820. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101820>
- Lopez, A. J., Echeverry-Munera, J., McCarthy, H., Welboren, A. C., Pineda, A., Nagorske, M., Renaud, D. L., & Steele, M. A. (2023). Effects of enriching IgG concentration in low- and medium-quality colostrum with colostrum replacer on IgG absorption in newborn Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *106*(5), 3680–3691. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22518>
- Lopez, A. J., & Heinrichs, A. J. (2022). Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 105, Issue 4, pp. 2733–2749). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>
- Lopez, A. J., Yohe, T. T., Echeverry-Munera, J., Nagorske, M., Renaud, D. L., & Steele, M. A. (2022). Effects of a low- or high-frequency colostrum feeding protocol on immunoglobulin G absorption in newborn calves. *Journal of Dairy Science*, *105*(7), 6318–6326. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21284>
- Mann, S., Bruckmaier, R. M., Spellman, M., Frederick, G., Somula, H., & Wieland, M. (2024). Effect of oxytocin use during colostrum harvest and association of cow characteristics with colostrum yield and IgG concentration in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24909>
- Mansour, M. (2022). *Evaluación de la calidad del calostro: una breve descripción narrativa CITAS LECTURAS 2 210 1 autor*. <https://doi.org/10.11648/j.iji.20221002.12>
- Masterson, H. K., O’Callaghan, T. F., O’Donovan, M., Murphy, J. P., Sugrue, K., Owens, R. A., & Hickey, R. M. (2024). Relative quantitative proteomic profiling of bovine colostrum and transition milk at onset of lactation. *International Dairy Journal*, *148*. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105804>
- Mellors, S. C., Wilms, J. N., Welboren, A. C., Ghaffari, M. H., Leal, L. N., Martín-Tereso, J., Sauerwein, H., & Steele, M. A. (2023). Gastrointestinal structure and function of preweaning dairy calves fed a whole milk powder or a milk replacer high in fat. *Journal of Dairy Science*, *106*(4), 2408–2427. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22155>
- Montalvo P. (2023). *Determinación de la calidad de calostro bovino en establos de la provincia de Trujillo*. <https://orcid.org/0000-0003-1841-1038>
- Ogilvie, L., Van Winters, B., Mion, B., King, K., Spricigo, J. F. W., Karrow, N. A., Steele, M. A., & Ribeiro, E. S. (2023). Effects of replacing inorganic salts of trace minerals with organic trace minerals in the diet of prepartum cows on quality of colostrum and immunity of newborn calves. *Journal of Dairy Science*, *106*(5), 3493–3508. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21913>
- Paparamborda, I., Dogliotti, S., Soca, P., & Rossing, W. A. H. (2023). A conceptual model of cow-calf systems functioning on native grasslands in a subtropical region. *Animal*, *17*(10). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100953>

- Pisello, L., Forte, C., D'Avino, N., Pisano, R., Hyatt, D. R., Rueca, F., & Passamonti, F. (2021). Evaluation of Brix refractometer as an on-farm tool for colostrum IgG evaluation in Italian beef and dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, *88*(2), 189–193. <https://doi.org/10.1017/S0022029921000315>
- Playford, R. J., & Weiser, M. J. (2021). Bovine colostrum: Its constituents and uses. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 1, pp. 1–24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu13010265>
- Prom, C. M., Engstrom, M. A., & Drackley, J. K. (2022). Effects of prepartum supplementation of β -carotene on colostrum and calves. *Journal of Dairy Science*, *105*(11), 8839–8849. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22210>
- Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Słószarz, J., Kunowska-Słószarz, M., Solarczyk, P., Łukasiewicz, M., Balcerak, M., & Przysucha, T. (2019). Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review. *Animals*, *9*(12). <https://doi.org/10.3390/ani9121070>
- Reyes L, Parra J, & Flores H. (2016). *Concentración de Inmunoglobulina G en calostro bovino en cruces (Bos taurus) x (Bos indicus) en los primeros tres días post parto.*
- Roa, I., Smok, C. S., & Prieto, R. G. (2012). Placenta: Anatomía e Histología Comparada Placenta; Compared Anatomy and Histology Tabla I. Funciones principales de la placenta. In *Int. J. Morphol* (Vol. 30, Issue 4).
- Sakurai, T., Kusama, K., & Imakawa, K. (2023). Progressive Exaptation of Endogenous Retroviruses in Placental Evolution in Cattle. In *Biomolecules* (Vol. 13, Issue 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/biom13121680>
- Santos, R. B., Silva, J. M., & Beletti, M. E. (2017). Ultrastructure of bovine placenta during all gestational period. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, *69*(6), 1376–1384. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9022>
- Schogor, A. L. B., Glombowsky, P., Both, F., Danieli, B., Rigon, F., Reis, J. H., & Da Silva, A. S. (2020). Quality of bovine colostrum and its relation to genetics, management, physiology and its freezing. *Revista MVZ Cordoba*, *24*(1). <https://doi.org/10.21897/RMVZ.1465>
- Semenov, V. G., Matveeva, E. S., Biryukova, D. E., Maykotov, A. N., Kondruchina, S. G., Ivanova, T. N., Musaev, S. A., Tolstova, S. L., Lukina, N. M., & Zaharovskiy, G. V. (2021). Formation of colostrum immunity in calves on the background of the application of immunostimulators to cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *935*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012044>
- Soufleri, A., Banos, G., Panousis, N., Tsiamadis, V., Kougioumtzis, A., Arsenos, G., & Valergakis, G. E. (2024). Estimated breeding values of dairy sires for cow colostrum and transfer of passive immunity traits. *JDS Communications*. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2024-0575>
- Sutter, F., Borchardt, S., Schuenemann, G. M., Rauch, E., Erhard, M., & Heuwieser, W. (2019). Evaluation of 2 different treatment procedures after calving to improve harvesting of high-quantity and high-quality colostrum. *Journal of Dairy Science*, *102*(10), 9370–9381. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16524>
- Turini, L., Conte, G., Bonelli, F., Sgorbini, M., Madrigali, A., & Mele, M. (2020). The relationship between colostrum quality, passive transfer of immunity and birth and weaning weight in neonatal calves. *Livestock Science*, *238*. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104033>
- Yasir, M., Al-Zahrani, I. A., Khan, R., Soliman, S. A., Turkistani, S. A., Alawi, M., & Azhar, E. I. (2024). Microbiological risk assessment and resistome analysis from shotgun metagenomics of bovine colostrum microbiome. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *31*(4). <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2024.103957>
- Zhu, H., Yang, M., Loo, J. J., Elolimy, A., Li, L., Xu, C., Wang, W., Yin, S., & Qu, Y. (2021). Analysis of Cow-Calf Microbiome Transfer Routes and Microbiome Diversity in the Newborn Holstein Dairy Calf Hindgut. *Frontiers in Nutrition*, *8*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.736270>

Tablas

Tabla 1. Concentración de IgG (mg/ml) con diferente manejo preparto en vacas Jersey y Holstein

Manejo preparto	mg/ml	
	Jersey	Holstein
Sin Manejo	51.66	66.25
Animales en potrero colectivo	82.50	81.42
Animales en potrero Individual	83.75	93.57

Fuente: (Schogor et al., 2020)

Tabla 2. Composición y transición del calostro a leche entera.

Componente	Ordeños
------------	---------

	1	2	3	4	5	11
	Calostro	Leche en Transición			Leche Entera	
Sólidos Totales (%)	23,9	17,9	14,1	13,9	13,6	12,5
Grasas (%)	6,7	5,4	3,9	3,7	3,5	3,2
Proteínas (%)	14	8,4	5,1	4,1	4,1	3,2
Anticuerpos (%)	6	4,2	2,4	0,2	0,1	0,09
Lactosa (%)	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	4,9
Minerales (%)	1,11	0,95	0,87	0,82	0,81	0,74
Vitamina A (µg/dl)	295	----	113	----	74	34

Fuente (Montalvo P, 2023).

Tabla 3. Clasificación del calostro de acuerdo con la concentración de inmunoglobulinas (IgG/mg).

Clasificación	(mg IgG/ml calostro)
Muy Bueno	60 mg/ml
Bueno	50 mg/ml
Malo	30 mg/ml

Fuente (Montalvo P, 2023).

Tabla 4. Clasificación placentaria en los mamíferos.

Vellosidades	Grado de sincitialización	Especies	Tipos de Células Fusionadas
---------------------	----------------------------------	-----------------	------------------------------------

Cotiledónea	Sinepiteliocorial	Vaca - Oveja	Híbrido fetomaterno
Difusa	Epiteliocorial	Caballo - Cerdo	Ninguna
Zonario	Endoteliocorial	Perro - Gato	Sinciotrofoblasto
Discoideo	Hemocorial	Ratón - Humano	Sinciotrofoblasto

Fuente: (Sakurai et al., 2023)

ACUERDO 027 DEL 16 DEL 16 DE DICIEMBRE DE 2021
ARTÍCULO 46.- OPCIONES DE TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD ARTÍCULO PUBLICABLE (REVISIÓN)

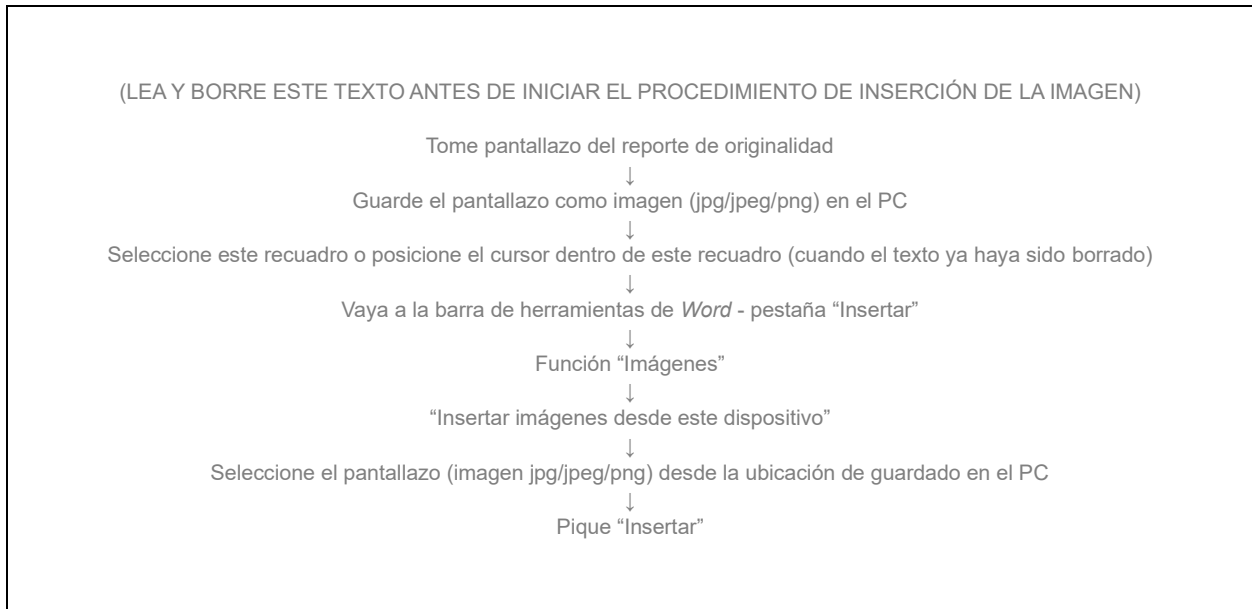
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Programa de Zootecnia (Acreditado Alta Calidad Res. MEN 009412 de 2022)

Evidencia anti-plagio - *Turnitin*

ARTÍCULO 61.- DEBERES
13. No cometer fraude académico o plagio en las pruebas de evaluación, exámenes o trabajos escritos presentados en desarrollo del proceso de aprendizaje y formación, así como el respeto a la propiedad intelectual.

ARTÍCULO 62.- FALTAS
1. El fraude: c. Utilizar citas o referencias falsas o registrar indebidamente referencias que no coincidan con las citas. d. Presentar como de su propia autoría la totalidad o parte de una obra, trabajo, documento o invención realizados por otra persona; incorporar un trabajo ajeno en el propio de tal forma que induzca a error al observador o lector en cuanto a la autoría del mismo.

Inserte una evidencia¹ del índice de similitud (%) arrojado por la herramienta *Turnitin* ↓



0% - 25%
Permitido
El documento se puede entregar y radicar como propuesta (anteproyecto).

>25%
No permitido
El documento no se puede entregar ni radicar como propuesta (anteproyecto). Se hace obligatoria la revisión exhaustiva de este por parte del estudiante y el director para hacer los ajustes pertinentes.

¹ Procedimiento: tome pantallazo del reporte de originalidad → Guarde el pantallazo como imagen (jpg/jpeg/png) en el PC → seleccione el recuadro o posicione el cursor dentro del recuadro (cuando el texto ya haya sido borrado) → Vaya a la barra de herramientas de *Word* - pestaña "Insertar" → función "Imágenes" → "Insertar imágenes desde este dispositivo" → seleccione el pantallazo (imagen jpg/jpeg/png) desde la ubicación de guardado en el PC → pique "Insertar".