

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Manejo del calostro bovino y la importancia en la transferencia de inmunidad en becerras lactantes

Por:

José Carlos Durán López

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Manejo del calostro y la importancia en la transferencia de inmunidad en becerras lactantes

Por:

José Carlos Durán López

MONOGRAFÍA

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


DR. JUAN MANUEL GUILLEN MUÑOZ

Presidente


DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

Vocal


MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA

Vocal


MC. KARLA QUETZALLI RAMÍREZ URANGA

Vocal Suplente


MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Febrero 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Manejo del calostro bovino y la importancia en la transferencia de inmunidad en becerros lactantes

Por:

José Carlos Durán López

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

Asesor Principal



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA

Coasesor



MC. KARLA QUETZALLI RAMÍREZ URANGA

Coasesor



MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México

Febrero 2023

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por permitirme lograr uno de mis sueños, por bendecirme por darme fuerza, salud, sabiduría y la fortaleza para que pudiera culminar con mi formación profesional.

A mis padres Jose Domingo Duran Espinosa y Natividad Lopez Pineda, que son los pilares de mi vida, porque han dado todo de ellos por apoyarme día a día en mi vida a cumplir mis metas y siempre me han guiado con sus consejos, conocimientos y hasta regaños. Por nunca dejarme solo en todo este camino de aprendizaje. Por enseñarme a ser humilde, a valorar las cosas y a trabajar honestamente.

A mis hermanos. Héctor Miguel y Luis Fernando, siempre me han apoyado en todo, han estado conmigo en las buenas y en las malas, juntos hemos salido adelante y seguiremos saliendo adelante, siempre intercambiando conocimientos y experiencias.

A mi novia Gretel. Por todo el cariño incondicional que me ha dado, agradezco que siempre ha estado apoyándome en los momentos difíciles y buenos. Gracias por entenderme en todo y llenar de alegría mi vida, que se preocupó por mí en cada momento y que siempre quiso lo mejor para mi porvenir.

A mis suegros. Han estado cuando los necesito, porque siempre me apoyaron y aconsejaron cosas buenas.

A mis amigos. Daniela González, Ulises Cruz, Andrea Mandujano, Daniel Luna, Dagoberto Gerónimo, Ana Luisa Thomas, Gabriel Peña, Alfredo Reséndis, Hannia

Zavala, Francisco Salazar, Valeria Toledo que siempre me han brindado su amistad incondicional, por compartir momentos inolvidables, por escucharme y aconsejarme a seguir adelante.

A mi primo. Beto, que siempre me ha apoyado y guiado a realizar buenos trabajos.

Al Dr. Ramiro González Avalos. Por su gran apoyo como maestro y asesor, por darme la oportunidad de trabajar con él, por sus enseñanzas y su paciencia para que pudiera realizar mi trabajo.

A mi ALMA TERRA MATER. La cual me brindo todas las herramientas posibles durante mi formación profesional, profesores, compañeros muy buenos. Estaré eternamente agradecido de corazón.

DEDICATORIAS

A mi familia. Han sido la base de mi formación, siendo mi mayor motivación en mi vida encaminada al éxito, gracias a ellos me encuentro hasta donde he llegado, hemos pasado por muchos momentos difíciles y momentos inolvidables, mi familia que siempre ha sabido entenderme y apoyado en todo momento, a pesar de todo eso, hemos sido un buen equipo. Gracias por todo el sacrificio que han hecho por mí, para que no me faltara lo necesario. Estaré eternamente agradecido de corazón por siempre, los amo con todo mi ser.

A mi abuelo Honorio Duran. A quien extraño mucho, sé que, no está presente de cuerpo, siempre está acompañándome, siempre está en mi corazón y te recuerdo en todo momento, porque fue un hombre trabajador y dedicado por su familia. Tú que siempre me llenaste de sabiduría y de muchas historias sobre tu vida de cómo te superaste, por enseñarme cosas buenas y productivas, por eso eres mi mayor motivación, un gran ejemplo a seguir. Donde quieras que estés, yo nunca te olvidare.

RESUMEN

Las terneras al nacimiento tienen su sistema inmune inmaduro y es incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas (Ig) para combatir infecciones. La estructura de la placenta bovina previene la transferencia de Ig sérica de la madre al feto antes del nacimiento, como consecuencia la ternera nace sin inmunidad humoral y depende totalmente de la transferencia pasiva de inmunoglobulina maternas que se encuentran en el calostro. La ternera se protegerá de las enfermedades a través de la absorción intestinal de Ig, hasta que su propio sistema inmune llegue a ser completamente funcional. La concentración de Ig en terneras recién nacidas ha sido asociada como un factor importante para llegar a niveles adecuados de inmunoglobulinas en el suero, sin embargo, pueden absorber Ig del calostro por un tiempo limitado después del nacimiento, y poca absorción es posible más allá de 24h. Existe un mayor riesgo de adquirir enfermedades que eventualmente podría ocasionar la muerte si no hay una buena absorción de Ig, especialmente IgG1 que dará como resultado bajas concentraciones de Ig en el suero de las terneras. Además del tiempo que transcurre entre el nacimiento y el suministro de calostro, la concentración de Ig en el suero sanguíneo de las terneras dependerá de la masa de Ig consumidas, lo cual está en función del volumen de calostro consumido, la concentración de Ig en el mismo y la eficiencia de absorción de las Ig por parte de la ternera. Varios factores influyen sobre la concentración de Ig en el calostro de vacas lecheras, entre ellos el número de lactancia, la cantidad de calostro producido y el tiempo transcurrido después del parto. El objetivo del presente trabajo es

realizar una revisión de literatura sobre el manejo del calostro bovino y su impacto sobre la salud de los recién nacidos.

Palabras claves: Calostro, Inmunoglobulinas, Terneras, Ganado de leche, Inmunidad pasiva.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
RESUMEN	iv
Índice de cuadros	vii
Índice de figura	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 El calostro	3
2.2 Inmunoglobulinas en el calostro	6
2.3 Cantidad, tiempo y forma de administrar el calostro	8
2.4 Calidad del calostro	11
2.5 Evaluación de la calidad del calostro	14
2.5.1 Ensayo de inmunodifusión radial	15
2.5.2 El calostrómetro	16
2.5.3 El refractómetro grado Brix	19
2.6 Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva	21
2.7 Almacenamiento y Conservación del calostro	22
2.8 Pasterización del calostro	28
3. CONCLUSIONES	30
4. LITERATURA CITADA	31

Índice de cuadros

Cuadro 1	Composición del calostro, leche de transición y leche entera de vaca Holstein.	4
Cuadro 2	Concentración y funciones de las principales inmunoglobulinas.	6
Cuadro 3	Eficacia de absorción de IgG calostrual por el neonato en relación con el momento de la primera toma.	10
Cuadro 4	Clasificación de la calidad del calostro.	17
Cuadro 5	Relación entre gravedad específica y la concentración de IgG calostrual.	19

Índice de figura

Figura 1	Calostrómetro.	16
Figura 2	Densímetro sumergido en una probeta que contiene calostro, como método de evaluación de su calidad.	18
Figura 3	Tipos de refractómetro	21
Figura 4	Embolsado del calostro	25
Figura 5	Colocación de las bolsas con calostro en el congelador.	26
Figura 6	Colocación de la bolsa congelada de calostro en el baño María para su descongelado.	27
Figura 7	Encendido del Pasteurizador.	29

1. INTRODUCCIÓN

La transferencia pasiva apropiada a través del calostro es esencial para la supervivencia y la salud de las terneras después de su nacimiento. Las terneras nacen sin inmunidad pasiva dado que la placenta de los bovinos no admite el traspaso de anticuerpos de la madre al ternero durante la gestación. Por esta razón, el consumo de calostro es primordial para adquirir una buena transferencia de inmunidad pasiva y protección contra las enfermedades significativas en las primeras semanas de vida hasta que la ternera sea competente de originar su adecuada inmunidad. El consumo de calostro de forma correcta comprime el riesgo de morbilidad y mortalidad, progreso de la ganancia de peso y la eficacia alimentaria, disminuye la edad del primer parto, prospera la producción durante la segunda lactancia (Godden, 2008).

Para alcanzar una apropiada transferencia de inmunidad pasiva en las terneras es importante coordinar tres componentes básicos: el tiempo, la cantidad y la calidad del calostro a proveer (Godden, 2008).

El tiempo de consumo de calostro es muy indispensable, pues la permeabilidad de macromoléculas por parte de las células intestinales va reduciendo progresivamente hasta las 24 horas de vida. En cuanto a la cantidad de calostro, es aconsejable disponer un 10% del peso vivo en calostro las primeras dos a cuatro horas de vida. Finalmente, la calidad del calostro es necesaria para conseguir una buena inmunidad pasiva en las terneras y se ve dañada por muchas variables, como la raza, el número de lactancia, la alimentación, etc. La calidad está definida por la concentración de inmunoglobulina G (IgG) que contenga el calostro. Asimismo, un

calostro de buena calidad debe contener más de 50 mg/ml de IgG (Godden, 2008; Botero, 2013).

El eslabón transcendental para un buen programa de crecimiento y desarrollo de terneras en cualquier hato lechero es una correcta alimentación y manejo del calostro (Elizondo-Salazar, 2007; Casas y Canto, 2015).

Una inadecuada transferencia de los componentes del calostro de la vaca al ternero a unas horas del nacimiento tiene severas consecuencias sobre la salud y el desarrollo del ternero. De la misma forma, el transporte escaso de componentes inmunológicos a través del intestino neonatal, diferenciado por bajas concentraciones séricas de IgG materna en el ternero después de amamantar, en consecuencia, es pernicioso (Donovan *et al.*, 2017; Lora *et al.*, 2013).

Si bien es cierto, en el calostro se pueden transmitir diversos patógenos, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación post-ordeño, al mismo tiempo, proliferación bacteriana en el almacenado incorrectamente del calostro. habitualmente los patógenos que se pueden hallar en el calostro son: *Mycobacterium avium* ssp. Paratuberculosis, *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Mycoplasma* spp (Godden *et al.*, 2006). El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión de literatura sobre el manejo del calostro bovino y su impacto sobre la salud de los recién nacidos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 El calostro

El calostro bovino deriva de las mezclas de las secreciones lácteas, también está compuesto de suero de la sangre, más considerablemente de inmunoglobulinas (Ig) y otras proteínas del suero, que se almacenan en la glándula mamaria durante el periodo seco antes del parto (González *et al.*, 2012).

Dado que este desarrollo empieza varias semanas antes del parto, bajo la influencia de hormonas lactogénicas, añadida la prolactina, y concluye abruptamente durante el parto. Los componentes principales del calostro contienen Ig, leucocitos, factores de crecimiento, hormonas, factores antimicrobianos no específicos y nutrientes. Las acumulaciones de numerosos de estos componentes son superiores en las primeras secreciones recaudadas después del parto (calostro del primer ordeño), luego reducen continuamente en el transcurso de los siguientes 6 ordeños (leche de transición) para adquirir las concentraciones mas bajas que se calculan de forma rutinaria en la leche entera vendible (Foley y Otterby, 1978).

Generalmente tienen tres funciones primordiales: 1) Brinda protección al recién nacido a través de los primeros días de vida frente a las principales enfermedades, debido a su contenido de inmunoglobulinas; 2) aportación de energía para luchar la hipotermia, gracias a su alto valor energético y 3) proporcionar el tránsito intestinal, debido a su exceso contenido en sales de magnesio con acción laxante, lo cual ayuda a la ternera a eliminar el meconio (Casas y Canto, 2015).

Cuadro 1. Composición del calostro, leche de transición y leche entera de vaca Holstein (Tomado de Foley y Otterby, 1978).

Parámetro	calostro	Leche de transición (ordeño postparto)		Leche
	1	2	3	
Gravedad específica	1.056	1.040	1.035	1.032
Sólidos totales (%)	23.9	17.9	14.1	12.9
Grasa (%)	6.7	5.4	3.9	4.0
Proteína total (%)	14.0	8.4	5.1	3.1
Caseína (%)	4.8	4.3	3.8	2.5
Albúmina (%)	6.0	4.2	2.4	0.5
Inmunoglobulinas (%)	6.0	4.2	2.4	0.09
IgG (g/100ml)	3.2	2.5	1.5	0.06
Lactosa (%)	2.7	3.9	4.4	5.0
IgGF-I (ug/L)	341	242	144	15
Insulina (ug/L)	65.9	34.8	15.8	1.1
Calcio (%)	0.26	0.15	0.15	0.13
Magnesio (%)	0.04	0.01	0.01	0.01
Potasio (%)	0.14	0.13	0.14	0.15
Sodio (%)	0.07	0.05	0.05	0.04
Cloruro (%)	0.12	0.1	0.1	0.07
Zinc (mg/100mL)	1.22	---	0.62	0.3
Manganeso (mg/mL)	0.02	---	0.01	0.004
Hierro (mg/100g)	0.20	---	---	0.05
Cobre (mg/100g)	0.06	---	---	0.01
Vit A (ug/100g)	295	190	113	34
Vit D (UI/g grasa)	0.89	---	---	0.41
Vit E (ug/g grasa)	84	76	56	15
Riboflavina (ug/mL)	4.83	2,71	1.85	1.47
Vit B12 (ug/100mL)	4.9	---	2.5	0.6
Ácido fólico (ug/100mL)	0.8	---	0.2	0.2
Ácido Ascórbico (mg/100mL)	2.5	---	2.3	2.2

Generalmente los terneros recién nacidos nacen escaso de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo, es decir, nacen carentemente de anticuerpos, por lo tanto, hace que tengan menor resistencia a las infecciones, esto se debe a que los bovinos tienen una placenta de tipo epiteliochorial, lo cual reprime el viaje de las Igs desde la madre hacia el feto antes del nacimiento, como consecuencia, el ternero es inmunológicamente inexperto al nacer, y la transferencia materna de inmunidad pasiva y la elaboración inmunológica por parte de la vaca tienen ocurrir a través de la ingestión de calostro (Casas y Canto, 2015; Hammon *et al.*, 2013).

El calostro es el principal origen de nutrientes para la ternera después del nacimiento. Domina casi el doble de los sólidos totales presentes en la leche, el contenido de proteínas y grasas es superior, pero el contenido de la lactosa es menor. Vitaminas y minerales se localizan también en superiores cantidades. Es necesario insistir como la concentración de proteínas y péptidos reducen rápidamente después del inicio de la lactancia (Hadorn y Blum, 1997; Elizondo-Salazar, 2007).

Sin embargo, el calostro engloba principalmente tres tipos de inmunoglobulinas: IgG(85-90%), IgM (7%) e IgA (5%); leucocitos maternos (linfocitos (30%), neutrófilos, macrófagos (10-18%); citoquinas; hormonas (insulinas y cortisol); factores de crecimientos epitelial (EgF), factor de crecimiento insulinoide I y II (IgF-I e IgF-II), factor de crecimiento de los fibroblastos (FgF), factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factores de crecimiento transformadores A y B (TgA y B), hormona del crecimiento (GH); factores antimicrobianos inespecíficos y nutrientes (grasa, proteínas, minerales y vitaminas). Proporciona vitaminas

liposolubles (A, D y E) y sales minerales con alto valor de calcio. Magnesio y fosforo (McGrath *et al.*, 2016; Botero, 2013; Godden, 2008).

Se debe saber que el calor (amarillo o crema), la consistencia (color-miel), o la textura (espesa) no son indicadores de la calidad del calostro, ya que estas características están conexas con algunos componentes del calostro tales como grasa, minerales, vitaminas (Elizondo-Salazar, 2007).

2.2 Inmunoglobulinas en el calostro

El calostro contiene enormes cantidades de inmunoglobulinas que son arrastradas desde el torrente sanguíneo de la madre. Aquí vamos a localizar esencialmente tres tipos de Ig: G, M y A. La clase G se encuentra mayoritariamente en el calostro, particularmente G1. La distribución de toda clase de Ig en el calostro es diferente entre vacas. Las IgG, IgA y IgM típicamente se registra aproximadamente 85%, 5% y 7% del total de Ig en el calostro, respectivamente (McGrath *et al.*, 2016; Botero, 2013; Godden, 2008).

Cuadro 2. Concentración y funciones de las principales inmunoglobulinas (Tomado de Botero, 2013).

Tipo	% total	Función
IgG	80-85	Destruye microorganismos nocivos esencialmente a nivel de tejidos
IgA	8-10	Resguarda las membranas que envuelven los órganos (intestino) y previene que antígenos entren a la sangre.
IgM	5-12	Destruye microorganismos nocivos esencialmente de la sangre.

Las inmunoglobulinas tienen como primordial objetivo, brindar protección inmunológica rápidamente al ternero. Las IgG tienen como función identificar y eliminar organismos patógenos, previniendo la fijación de los mismos, inhibir el metabolismo y la aglutinación de bacterias, y contrarrestar virus y bacterias, ya que al ser de menor tamaño se pueden desplazar sin ningún problema por el torrente sanguíneo (Godden, 2008; Elizondo-Salazar, 2007).

Las IgM son las encargadas de la primera línea de defensa en caso de septicemias o cuadros con compromiso sistémico y se ubica especialmente en la sangre. Las IgA se localizan en la superficie de la mucosa intestinal, protegiendo e impidiendo la adhesión de patógenos (James y Playford, 2021; Schogor *et al.*, 2020; Swan *et al.*, 2007).

Hasta que el ternero recién nacido ingiere calostro, las Igs son absorbidas intactas a través de la mucosa intestinal y resultan en el torrente sanguíneo, creándose la inmunidad pasiva. La habilidad para absorber las Igs del calostro sin degradación es desde el nacimiento hasta las 24 horas después de nacido el ternero, tiempo en el cual ocurre el cierre de la membrana intestinal y comienza la activación del sistema digestivo del animal. Los anticuerpos que no traspasaron el intestino a través de este periodo no se podrán absorber. Por lo tanto, la detención de la transferencia de las Igs a partir del intestino a la sangre de la ternera se aumenta después de las 12 horas ocurrido el nacimiento. Si la calidad del calostro es muy buena, más rápido y eficiente es la absorción de las Igs por las terneras (Casas y Canto, 2015; Elizondo-Salazar, 2007; Arancibia, 2009; Furman-Fratczik *et al.*, 2011).

Cuando la becerro no ingiere una buena cantidad de Ig sucede la falla en la transferencia pasiva (FTP). Aunque en otro sentido, cuando a las terneras que se le da su alimentación temprana con gran cantidad de calostro y alta concentración de Ig tienen inmensa variabilidad en los niveles de transferencia pasiva. Mientras que, la FTP ha sido relacionado con el aumento de morbilidad, mortalidad y una reducción en la tasa de crecimiento de los becerros (Lora *et al.*, 2019; Cáseres-Alvarez y Elizondo-Salazar, 2013).

En definitiva, para obtener una transferencia pasiva exitosa, los terneros deben ingerir una masa bastante buena de IgG en el calostro y después absorber con éxito una porción grandiosa de IgG en su circulación. Para alcanzar una transferencia pasiva aceptable (APT) en más o igual al 90% de los terneros alimentados, usando la definición tradicional de APT (IgG sérica >10 g/L), se ha determinado que un mínimo de 150 a 200 g de IgG se debe disponer al ternero poco después del nacimiento (Godden *et al.*, 2019).

2.3 Cantidad, tiempo y forma de administrar el calostro

El ternero debe de ingerir el 10% de su peso vivo de calostro de buena calidad (50 a 150mg/ml de Ig) dentro de las primeras 24 horas de vida, y al menos en las primeras 6 horas de vida la mitad de esta cantidad (Godden, 2008; Botero, 2013).

El cierre del intestino de los terneros reduce la permeabilidad intestinal después de las primeras 24 horas de vida, posterior a esto, pierde la capacidad para absorber macromoléculas. Se sugiere administrar el primer calostro las primeras 4 horas después del parto, ya que posterior a las 6 horas de vida la capacidad de absorción

del intestino disminuye hasta abolirse totalmente entre las 24 a 36 horas (Casas y Canto, 2015; Elizondo-Salazar, 2007; Godden, 2008; Hammon *et al.*, 2001).

La absorción de inmunoglobulinas se realiza mediante de macromoléculas que viajan por un transporte transitorio, no selectivo, del epitelio intestinal. Las inmunoglobulinas pasan al torrente sanguíneo y efectúan su función protectora. Las inmunoglobulinas no son digeridas ni inactivadas a nivel del estómago, por lo consiguiente son absorbidas directamente a nivel del intestino. Por tal motivo que las células del abomaso no secretan ácido clorhídrico las primeras 24 horas de vida, encontrándose un pH abomasal mayor a 5, y evadiendo así que el pepsinógeno se transforme a pepsina y que las proteínas sean atacadas. Sin embargo, la resina solo ataca y coagula a la caseína, precipitando el calcio y formando un cuajo que permite el paso gradual del calostro desde el estómago al intestino. Por lo tanto, el calostro contiene un factor inhibidor de la tripsina que evita la digestión de inmunoglobulinas y tiene una buena velocidad de tránsito que la leche entera. Ahora bien, como los anticuerpos no son digeridos, los microorganismos patógenos tampoco por lo cual pueden dañar al ternero y se vuelve fundamental mantener el calostro en un ambiente limpio (Elizondo-Salazar, 2007; Casas y Canto, 2015).

El calostro no se absorbe de la misma forma en el intestino con la marcha de las horas. La maduración del intestino delgado con el transcurso del tiempo después del nacimiento disminuye la capacidad de absorber IgG y aumenta la capacidad de digerir los componentes del calostro. A las 6 horas se ha disminuido la capacidad de absorción a un 65.8% y a las 8 horas solo queda el 33% de la capacidad inicial. Como se ha venido mencionando, al final de las primeras 24 horas, el intestino sufre

el proceso conocido como “cierre” en el cual el intestino no absorbe más inmunoglobulinas intactas. Aunque puede preservar alguna capacidad de absorción, porcentualmente no es significativa. Por esta razón, con el fin de lograr un alto porcentaje de absorción de IgG, el calostro debe ser alimentado lo más rápido posible después del nacimiento (Godden, 2008; Denovan *et al.*, 2007; Elizondo-Salazar, 2007; Hammon *et al.*, 2001).

Cuadro3. Eficacia de absorción de IgG calostrado por el neonato, en relación con el momento de la primera toma (2 litros de calostro conteniendo 80 mg/ml de IgG) (Tomado de Quigley *et al.*, 2013).

Edad del ternero a la primera toma	Porcentaje de IgG absorbida (medida en plasma)
6 hrs	65.8%
12 hrs	46.9%
24 hrs	11.5%
36 hrs	6.7%
48 hrs	6.0%

Por lo tanto, el factor más esencial que afectar en la salud de los terneros y en la producción futura es garantizar una ingesta apropiada de calostro de alta calidad lo más rápido posible después del nacimiento. El fracaso de la transferencia pasiva (FPT) de Ig da como resultado una mayor morbilidad y mortalidad de los terneros como resultado de una mayor susceptibilidad a los patógenos y la enfermedad subsiguiente (McCracken *et al.*, 2017; Lora *et al.*, 2019; Swan *et al.*, 2007).

El calostro varía entre los animales dependiendo de la pariedad, la raza, la estación, el tiempo hasta el primer ordeño y la dieta preparto. Existen diversos métodos disponibles para evaluar la calidad del calostro. Más, sin embargo, no todos estos métodos son favorables para el uso en el hato. Una herramienta efectiva en el hato debe ser económica, rápida, fácil de usar y precisa (Fontes *et al.*, 2007; Godden, 2008).

Existen 2 formas de suministrar el calostro: de forma natural directamente de la vaca, o de la forma artificial, colectándolo y ofreciéndolo a través de biberón o cubeta o administrándolo forzosamente a través de una sonda nasogástrica (Botero, 2013; Arancibia, 2009).

La forma mas efectiva de administrar el calostro es la manera artificial; no solo porque permite cuantificar y asegurar el consumo de calostro de buena calidad, sino también porque disminuye el riesgo de transferencia de alguna enfermedad desde la madre al ternero. Se ha verificado, además, que existe una mayor falla en la transferencia de inmunidad pasiva a través de la administración del calostro de forma natural directamente de la vaca (Botero. 2013; Casas y Canto, 2015).

2.4 Calidad del calostro

El calostro incluye una gran diversidad de significativos componentes inmunológicos y nutricionales, ya que la relación entre las concentraciones de Ig y salud de las becerras se entiende mejor, y porque la IgG alcanza más del 85% del total de la Ig en el calostro, la concentración de IgG en el calostro tradicionalmente ha sido estimada como el sello distintivo para la evaluación de la calidad del calostro. El calostro de alta calidad tiene una concentración de IgG > 50 g/L. Por lo tanto, la

concentración de IgG en el calostro puede variar radicalmente entre las vacas. Existen algunos factores que alteran la calidad del calostro, como la raza o la edad de la madre, puede estar fuera de la capacidad de manipular por parte del productor. En cambio, otros factores principales que dañan a la calidad del calostro, incluida la vacunación antes del parto, la duración del secado y el tiempo de recolección del calostro, pueden ser manipulados por los productores (Godden, 2010).

Las razas Holstein producen una mayor cantidad de calostro, pero, de menor calidad en cuanto que la Jersey, Ayrshire y pardo suizo son razas de menor producción de leche, pero con un contenido de sólidos totales más alto. Las razas destinadas a la producción de carne, producen una menor cantidad de calostro, pero de mejor calidad, ayudando así, el bajo volumen de éste (Casas y Canto, 2015; Puppel *et al.*, 2019).

Las vacas con más de 3 lactancias producen calostro de mejor calidad. Esto se relaciona a una mayor exposición a organismos patógenos por parte de las vacas de mayor edad, mayor capacidad secretora de la glándula mamaria y un mecanismo activo de transporte de inmunoglobulinas. La concentración de inmunoglobulinas en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancia, hasta alcanzar la cuarta lactancia donde se mantiene estable (Casas y Canto, 2015; Soufleri *et al.*, 2021; Puppel *et al.*, 2019).

El calostro de buena calidad se obtiene en la primera ordeña, pues luego comienza a descender la concentración de IgG. Mientras más se tarde en ordeñar la vaca para obtener el calostro, se obtendrán más litros de calostro, pero de menor calidad (Godden, 2008; Lopez y Heinrichs, 2022; Botero, 2013).

La concentración de IgG es inversamente proporcional al volumen producido, de tal forma que, mientras mayor sea el volumen de calostro producido (>8,5 litros), se tiene un 70% de probabilidad de tener un calostro con concentración menor de 50 mg/ml de IgG (Pritchett *et al.*, 1991; Elizondo-Salazar, 2007; Godden, 2008).

La exhibición a altas temperaturas ambientales durante la lactancia tardía se asocia a un calostro de menor calidad, con menores concentraciones de IgG, IgA, proteínas, caseína, grasa, lactosa y lactoalbúmina. Dado que el estrés calórico disminuye la ingesta de alimento, y, por lo tanto, disminuye el flujo sanguíneo a las glándulas mamaria, originando una menor llegada de IgG y nutrientes y una menor producción por parte de los plasmocitos de IgA. Si las vacas paren en verano producen calostro de una menor calidad que las paridas en otoño. Existen variaciones estacionales en cuanto a la calidad calostrual (Botero, 2013; Godden, 2008; Arancibia, 2009).

Se recomienda que la duración del periodo seco sea alrededor de 60 días, debido a que la transferencia de inmunoglobulinas hacia el calostro se ejecuta en el último mes de gestación del ternero. Si se presenta un parto prematuro o un periodo seco muy corto provocará un calostro bajo en inmunoglobulinas (Casas y Canto, 2015; Puppel *et al.*, 2019).

Se puede establecer un programa de vacunación adecuado en el hato lechero desde la crianza, se pueden alcanzar buenos niveles de anticuerpos calostrales incluso en vacas primerizas. Si se vacuna a las vacas 3 a 6 semanas previas al parto resulta en un aumento en las concentraciones de inmunoglobulinas en el

calostro. Se recomienda vacunar contra antígenos de Coronavirus, Rotavirus, E. Coli y Clostridium (Godden, 2008; Botero, 2013; Arancibia, 2009).

Hay que tener en cuenta que si se mezcla calostro de diferentes vacas puede disminuir la calidad del calostro, ya que se podría juntar el calostro de baja calidad con calostro de alta calidad. Si esto sucede, se aumenta el número de terneros expuestos a algún patógeno, en caso de que alguna de las hembras se encuentre infectada (Godden, 2008).

Y, por último, se debe administrar un alimento altamente balanceado que proporcione a la vaca en el periodo seco los nutrientes necesarios para su mantenimiento y posterior menor producción de calostro y una menor concentración de inmunoglobulinas. Las vacas secas deben recibir en su ración un mínimo de 14 a 15% de proteína cruda (Lopez y Heinrichs, 2022, Godden, 2008).

2.5 Evaluación de la calidad del calostro

La calidad del calostro está determinada por la concentración de IgG que este posea. Se pueden utilizar diversos métodos, tanto directos como indirectos, para estimar la calidad del calostro. El método directo es el ensayo de inmunodifusión radial, mientras que los indirectos son: el calostrómetro, el refractómetro grados Brix y la observación de las características físicas del calostro (Godden, 2008; Biemann *et al.*, 2010).

Los métodos directos miden la concentración de Ig, mientras tanto que los métodos indirectos permiten sacar conclusiones sobre la concentración de Ig en función de las propiedades correlacionadas. Los métodos indirectos, por ejemplo, se basan en

el cambio de las propiedades físicas y químicas del calostro como líquido, cuya gravedad específica, densidad o viscosidad cambia según la concentración de Ig. Los métodos en los hatos, ya sean directos o indirectos, deben ser fáciles de usar, efectivas y precisas. Considerando que los resultados deben estar disponibles rápidamente y los costos deben mantenerse al mínimo (Ahmann et al., 2021).

El método más utilizado a nivel de los hatos es el calostrómetro, seguido por la observación de las características físicas del calostro (Godden, 2008; Biemann *et al.*, 2010).

2.5.1 Ensayo de inmunodifusión radial

El ensayo de inmunodifusión radial (RID) se considera el estándar de oro para determinar la concentración de Ig en el calostro. RID es un método de inmunoprecipitación para la determinación cuantitativa de antígenos en una muestra. Las muestras que contienen antígenos (p. ej., calostro) se pipetea en los orificios perforados redondos de una placa de gel de agarosa que contiene anticuerpos. Los anticuerpos se propagan circularmente en el gel. Esto origina anillos precipitados cuyos diámetros (elevado al cuadrado) es proporcional a la cantidad de antígeno en la muestra. La desventaja de su uso es su elevado costo y se tarda mucho con los resultados (generalmente demoran más de 48 horas). Es por esto que este método no es práctico para medir la calidad del calostro en el campo (Biemann *et al.*, 2010; McCracken *et al.*, 2017).

2.5.2 El calostrómetro

Es un instrumento hidrométrico que relaciona la densidad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulina a través de la flotabilidad del instrumento en el calostro. Mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, más denso va a ser, lo cual mostrará una mayor gravedad específica. Por ende, el calostrómetro flotará más. La sensibilidad y especificidad del instrumento para detectar calostro de baja calidad es de 32 y 97% respectivamente (Arancibia, 2009; Godden, 2008).



Figura 1. Calostrómetro (Tomado de Dairy Australia, 2012).

Es un instrumento rápido y simple de utilizar, y aunque no comprueba la cantidad exacta de inmunoglobulinas presentes en el calostro, puede ser de ayuda para diferenciar un calostro de alta calidad de otro de baja calidad, y así evitar fracasos en la transferencia de inmunidad pasiva en la crianza de terneras dentro de una explotación lechera (Godden, 2008).

Pero existen desventajas del calostrómetro ya que tiende a sobreestimar la calidad del calostro y a clasificar 2 de 3 calostros de baja calidad como aceptables. Hay que tener en cuenta los factores que pueden afectar la lectura del calostrómetro, como la temperatura del calostro y el contenido de grasa y de otros sólidos que tienden a cambiar la gravedad específica del calostro (Godden, 2008; Morin *et al.*, 2001).

El calostrómetro depende del contenido de materia seca, por consiguiente, un mayor contenido de sólidos o más grasa en el calostro conduce a una mayor gravedad específica (Ahmann *et al.*, 2021).

Esta técnica estima la densidad del calostro por su peso específico, así se cuantifica indirectamente el nivel de globulinas presentes. El instrumento cuenta con 3 áreas marcadas con distintos colores cada una correspondiente al nivel estimado de globulinas presente en el calostro. Si el color es verde representa un calostro de excelente calidad, con gravedad específica de 1.047-1.075 y una concentración de inmunoglobulinas entre 50 a 140 mg/ml de calostro. El color amarillo corresponde a calostro de calidad aceptable con gravedad específica de 1.035-1.046 y una concentración de inmunoglobulinas de 20 a 50 mg/ml de calostro. Y el color rojo está relacionado con mala calidad, con una gravedad específica menor a 1.035 y concentración de inmunoglobulinas inferior a los 20 mg/ml de calostro. Esta técnica requiere de la colecta de calostro en una probeta de 250ml, se introduce el calostrómetro dejándolo flotar y previamente se debe separar la espuma de la muestra para evitar lecturas erróneas (Elizondo-Salazar, 2007; Arancibia, 2009; Botero, 2013; Heinrichs y Jones, 2016).

Cuadro 4. Clasificación de la calidad del calostro (Tomado de Morales y Ramírez, 2014).

Categorías	Color	Concentración de Ig (mg/ml)
Excelente calidad		50 a 140
Buena calidad		20 a 50
Mala calidad		<20

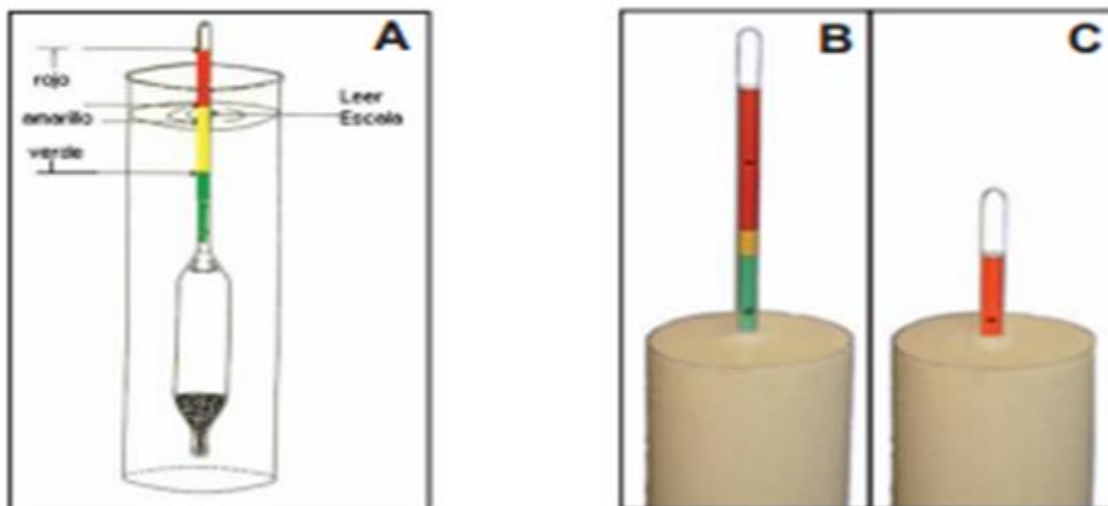


Figura 2. Densímetro sumergido en una probeta que contiene calostro, como método de evaluación de su calidad. A) Calostrómetro; B) Calostrómetro flotando en verde (calostro de excelente calidad); C) Calostrómetro flotando en rojo (calostro de mala calidad) (Tomado de Mendoza *et al.*, 2017).

Se pueden cometer errores en la lectura de los resultados si el calostro se encuentra frío o caliente en exceso, se sugiere hacer la lectura en temperatura ambiente o utilizar el gráfico de temperaturas que viene con el aparato. Si el calostrómetro indica que el calostro es de mala calidad, no se debe utilizar para alimentar a los terneros recién nacidos, puede usarlo en la alimentación de terneros mayores (Heinrichs y Jones, 2016; Botero, 2013).

Cuadro 5. Relación entre gravedad específica y la concentración de IgG calostrales (tomado de Elizondo-Salazar, 2007).

Gravedad específica	Calidad	Inmunoglobulinas (mg/ml)
1027	Pobre	1,42
1030		9,06
1035	Moderada	21,80
1040		34,53
1047	Buena	52,36
1050		60,01

2.5.3 El refractómetro grado Brix

Es un instrumento portátil que funciona midiendo la cantidad de luz que se refracta al traspasar una muestra de líquido. Mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor será la refracción de la trayectoria de la luz. Existen dos tipos de refractómetros: los digitales y los ópticos; ambos con similares resultados, siendo más simples de utilizar los digitales. Para comprobar la calidad del calostro el instrumento se calibra con la escala de Brix. El refractómetro con escala de Brix mide la cantidad de sacarosa presente en una solución, pero cuando se utiliza en una solución que no contiene sacarosa muestra la cantidad de sólidos totales. La sensibilidad y especificidad del instrumento es de un 90-92,5% y 80-85% respectivamente (Bielmann, 2010; Heinrichs y Jones, 2016).

Los refractómetros brindan resultados expresados como %Brix, donde el valor Brix corresponde a la proporción del porcentaje de materia seca (Ahmann *et al.*, 2021).

Se considera al refractómetro como un instrumento mucho menos frágil que el calostrómetro, que puede quebrarse fácilmente. Es un método barato, rápido y pide el mínimo de equipo y experiencia del personal. El refractómetro no es sensible a la temperatura del calostro para determinar la concentración de inmunoglobulinas, a diferencia del calostrómetro (Bielmann, 2010; Quigley *et al.*, 2013)

El refractómetro se utiliza colocando unas gotitas de calostro sobre el prisma, y llevar a una fuente de luz, sujetándolo de manera perpendicular. El valor Brix debe ser leído a nivel de la línea que se forma entre las zonas claras y oscuras que aparecen en el lector. Los valores son leídos como porcentaje. Una puntuación de Brix sobre el 22% de sólidos totales nos indica un calostro de buena calidad (>50 mg/ml) tanto para calostro fresco como congelados y refractómetros digitales como no digitales. Si hay un valor Brix menor a 20%, nos indica la presencia de un calostro de mala calidad (<30 mg/ml) (Heinrichs y Jones, 2016; Bielmann, 2010; Quigley *et al.*, 2013; McCracken *et al.*, 2017).



Figura 3. Tipos de Refractómetro. Refractómetro óptico (arriba) y digital (abajo) (Tomado de Mendoza *et al.*, 2017).

Luego de utilizar el refractómetro, el prisma debe ser limpiado correctamente para evitar residuos que pueden afectar la siguiente medición. Se sugiere verificar la calibración del refractómetro de vez en cuando utilizando agua destilada, la cual debe indicar una lectura en 0 en la escala de Brix (Heinrichs y Jones, 2016).

2.6 Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva

El proceso por el cual el ternero logra su protección contra diversos patógenos mediante la absorción de las inmunoglobulinas presentes en el suero se llama transferencia de inmunidad pasiva (Godden *et al.*, 2006; Fontes *et al.*, 2017).

La mejor forma de valorar si el ternero consumió la cantidad adecuada de calostro y si lo hizo en el momento adecuado, es valorar el contenido de inmunoglobulinas presente en el suero sanguíneo del ternero, ya que la única fuente posible de estas se logra mediante el consumo de calostro en las primeras horas de vida. Una

adecuada transferencia de inmunidad pasiva se alcanza cuando existe un nivel mínimo de inmunoglobulina G sérica de 10 g/L (McCracken *et al.*, 2017; Fontes *et al.*, 2017).

La primera técnica para valorar la composición del calostro se basó en la determinación de los sólidos totales y de los componentes individuales, esta técnica es dispendiosa, algunas veces imprecisa y siempre costosa. Al determinar los componentes individuales, el porcentaje de proteína nos indica indirectamente las cantidades de inmunoglobulinas que podrían contener el calostro (Lora *et al.*, 2019; Fontes *et al.*, 2017).

El refractómetro es el más utilizado en terreno para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva, y mide el nivel de proteínas séricas totales en la ternera entre los 2 y 7 días de edad. Una transferencia exitosa de inmunidad se alcanza cuando hay entre 5,0 a 5,4 g/dl proteínas séricas totales. La transferencia es incompleta cuando las proteínas séricas alcanzan niveles inferiores a 5,0 g/dl. Conocer la presencia de fallas en la transferencia de inmunidad pasiva nos mostrará que existen deficiencias en el manejo del calostro en dicho hato, y nos consentirá a tomar medidas para mejorar, por ejemplo, la calidad del calostro, vacunando en el periodo seco contra patógenos importantes en dicho hato y mejorando la alimentación de las vacas del rebaño (Arancibia, 2009; Quigley *et al.*, 2013).

2.7 Almacenamiento y Conservación del calostro

El calostro del primer ordeño tiene un alto contenido de potenciadores inmunológicos bioactivos, como inmunoglobulinas, lactoferrinas, lisozimas y citoquinas, y es vital para disponer una inmunidad pasiva a los terneros recién

nacidos para promover su salud, bienestar y productividad futura. El calostro se conserva para proteger el suministro de alimentación cuando la producción puede ser escasa o cuando hay un exceso de calostro, como en los sistemas de parto estacional (Denholm, 2022).

Los terneros nacen agammaglobulinémicos y dependen del consumo adecuado de calostro en volumen y calidad suficiente para conferir inmunidad en las primeras semanas de vida a través de la transferencia pasiva (Denholm, 2022).

Las medidas de rendimiento para la conservación del calostro incluyen la composición del calostro (centrándose en la grasa y la proteína), la concentración de inmunoglobulina (IgG >50 g/l), recuentos de bacterianos (<100 000 CFU/ml de TBC y <10 000 CFU/ml de coliformes), pH, concentraciones séricas de IgG en terneros (IgG >10 g/l), morbilidad (<10%) y mortalidad (<2%), palatabilidad y ganancia media diaria (>0,9 kg/ternero/día) (Denholm, 2022).

Los productores alimentan usualmente con calostro de buena calidad, recolectado de vacas en sus instalaciones para ayudar en la transferencia pasiva de anticuerpos contra patógenos en el ambiente local. Este puede ser refrigerado (4°C) por una semana sin que pierda su calidad. Por consiguiente, el calostro adicional se congela (-20°C) y almacena hasta un año sin que pierda actividad o disminuya el contenido de Ig. Es de vital importancia identificar el calostro con la fecha, identificación de la vaca y el nivel de inmunoglobulinas estimadas con el calostrómetro (Casas y Canto, 2015; Botero, 2013).

El calostro almacenado, cuando se va a suministrar a las terneras, se puede descongelar ya sea en agua tibia (45-50°C) o en horno de microondas, con el

cuidado de no sobrecalentarlo, ya que esto podría degradar las Ig y otras proteínas dando como resultado un calostro de baja calidad (Botero, 2013; Arancibia, 2009; Schogor *et al.*, 2020).

Los tiempos repetidos de congelación y descongelación provocarán la desnaturalización de las moléculas de IgG del calostro, por lo que se sugiere una sola descongelación (Denholm, 2022).

Existen algunos métodos para la preservación del calostro conservando su calidad nutricional e inmunológica, entre ellos tenemos: refrigeración y congelación.

La refrigeración se puede emplear para el almacenamiento a corto plazo del calostro. Antes de refrigerar el calostro, se debe poner en un balde con agua fría con el fin de evitar un choque térmico, el calostro se puede refrigerar hasta una temperatura de 2.4°C, así se conserva por un periodo máximo de una semana, se sugiere envasarlo en bolsas de doble fondo con una capacidad máxima de 2 litros, o en biberones que deben ser marcados con la información de la vaca, número de parto, calidad del calostro y fecha de recolección. Después de retirado del refrigerador se debe consumir antes de 48 horas (Morales y Ramírez, 2017; Foley y Otterby, 1978).



Figura 4. Embolsado del calostro (Tomado de Rodríguez *et al.*, 2013).

El método en que se puede conservar el calostro por un tiempo prolongado sin modificar la composición nutricional y de inmunoglobulinas es el congelado. Se debe envasar el calostro en bolsas dobles con una capacidad máxima de 2 litros, las cuales deben ir correctamente marcadas con la información de la vaca, número de parto, calidad del calostro y fecha de recolección (Mendoza *et al.*, 2017; Morales y Ramírez, 2014).



Figura 5. Colocación de las bolsas con calostro en el congelador (Tomado de Rodríguez *et al.*, 2013).

El congelador debe funcionar a una temperatura de -20°C , no olvidar revisar continuamente el buen funcionamiento de este. Para su posterior descongelamiento, el calostro se sumerge en baño maría a una temperatura de $35-38^{\circ}\text{C}$, nunca exceder los 40°C , debido a que se generaría destrucción de las inmunoglobulinas por la acción del calor, después de descongelado se debe suministrar rápidamente, no se recomienda recongelar calostro sobrante (Foley y Otterby, 1978; Morales y Ramírez, 2014; Mendoza *et al.*, 2017).



Figura 6. Colocación de la bolsa congelada de calostro en el baño maría para su descongelado (Tomado de Rodríguez *et al.*, 2013).

No se recomienda utilizar congeladores que formen hielo, ya que estos tienen ciclos en los cuales la temperatura fluctúa y el calostro puede descongelarse parcialmente, esto acortara la vida útil de almacenamiento del calostro o puede incluso comprometer la calidad final de este (Casas y Canto, 2015; Mendoza *et al.*, 2017).

La principal desventaja de usar instalaciones de refrigeración o congelación para conservar el calostro es el costo de capital asociado y el espacio requerido. Por el contrario, muchos productores no tienen o no revisan los termómetros en los refrigeradores y congeladores o tienen equipos rotos (mal mantenidos, sucios) (Denholm, 2022).

2.8 Pasterización del calostro

A pesar de que los factores inmunológicos presentes en el calostro son de vital importancia para una adecuada salud y un buen desarrollo de las terneras, la contaminación bacteriana puede afectar dichos beneficios, algunos de los patógenos que pueden estar presentes en el calostro, ya sea provenientes de las glándulas mamarias o de la contaminación en el manejo del mismo y que pueden ser transmitidos a las terneras incluyen: *Mycobacterium avium* spp., Paratuberculosis, *Salmonella* spp., *Mycoplasma* spp., *Listeria monocytogens*, *Campylobacter* spp., *Mycobacterium bovis* y *Escherichia coli* (Johnson *et al.*, 2007; Godden *et al.*, 2006).

Estos agentes infecciosos pueden ocasionar enfermedades como la enteritis y septicemia. También se ha sugerido que la presencia de bacterias en el intestino delgado podría interferir con la absorción de inmunoglobulinas provenientes del calostro (Godden *et al.*, 2006).

Una herramienta adicional que puede ser útil para reducir la contaminación bacteriana en el calostro es la pasteurización. Los primeros estudios sobre la pasteurización de calostro se hicieron manejando los mismos métodos convencionales y las altas temperaturas que se suelen utilizar para pasteurizar la leche (63° C (145° F)) durante 30 minutos o 72°C (161° C) durante 15 seg. Más sin embargo, esto dio resultados inaceptables, incluyendo engrosamiento o congelación de calostro, una desnaturalización de aproximadamente 1/3 de IgG calostrual (Godden *et al.*, 2006).

A pesar de estos primeros contratiempos, la investigación más reciente ha determinado que el uso de una temperatura, la alternativa de usar más tiempo (60 °C (140 °F)) durante 60 minutos, para pasteurizar el calostro por lote es suficiente para mantener su actividad y características de la IgG del calostro líquido, mientras que elimina o reduce significativamente los patógenos importantes, como E. Coli, Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis (Godden *et al.*, 2003).

En un estudio reciente de campo, se alimentaron a becerras con calostro pasteurizado (60 °C x 60 minutos) experimentaron una reducción significativa en la exposición bacteriana en el calostro y así como niveles significativamente mayores de IgG en el suero a las 24 horas de edad frente a las becerras alimentadas con 3,8 L de calostro crudo. Si se almacena en un recipiente limpio con tapa, la vida útil de calostro pasteurizados refrigerado es de por lo menos 8 a 10 días (Godden *et al.*, 2003).

La pasteurización del calostro en los hatos presenta una medida de control para reducir o eliminar la transferencia de patógenos presentes en el calostro (Godden *et al.*, 2006; Johnson *et al.*, 2007).

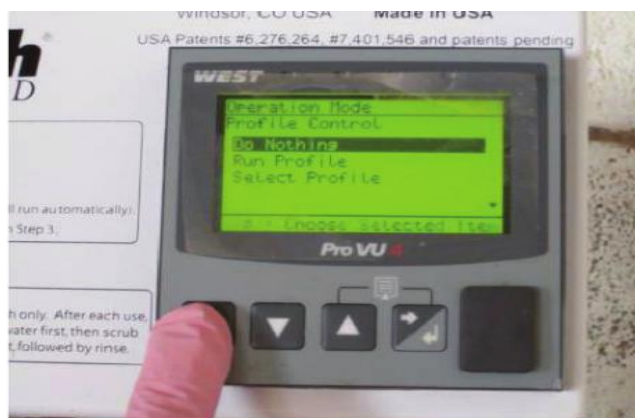


Figura 7. Encendido del Pasteurizador (tomado de Rodríguez *et al.*, 2013)

3. CONCLUSIONES

El manejo del calostro es uno de los factores más importantes para mantener la salud y la supervivencia de los terneros. Se debe seguir los pasos para poder lograr una inmunidad pasiva eficiente. Pero consiguientemente, los productores deben de suministrar el calostro suficiente y de la mejor calidad posible en las primeras horas de vida después de nacimiento. Si se logra hacer un buen manejo de calostro, obtendremos una buena transferencia de inmunidad pasiva y de este modo, tendremos buenos resultados para la supervivencia de las terneras. Cada día van surgiendo nuevas técnicas, investigaciones, experimentos, reportes y herramientas para poder tener un calostro de muy buena calidad. del programa de manejo del calostro.

4. LITERATURA CITADA

- Ahmann, J., Steinhoff-Wagner, J., Buscher, W. 2021. Determining immunoglobulin concent of bovine colostrum and factors affecting the outcome: a review. *Animals*. 11(12):3587.
- Arancibia, B. R. 2009. Manejo del ternero recién nacido. *TecnoVet*. 15(1):23-26.
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S., Leslie, K. E. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 93(8):3713-3721.
- Botero, S. J. 2013. Manejo perfecto del calostro. En Línea. <https://docplayer.es/43397759-Manejo-perfecto-del-calostro.html> [Fecha de consulta 21 de agosto del 2022].
- Casas, M., Canto, F. 2015. La importancia del calostro en el bovino. En línea. https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/75-importancia_del_Calostro.pdf [fecha de consulta 21 de agosto del 2022].
- Cáseres-Alvarez, B., Elizondo-Salazar, J. A. 2013. Transferencia de inmunidad pasiva en bucerras y bucerros y su influencia en la etapa de pre-desdete. *Agronomía Mesoamericana*. 24(2):277-284.
- Dairy Australia. 2012. Tools to determine colostrum quality. En línea. <https://cdn-prod.dairyaustralia.com.au/-/media/project/dairy-australia-sites/national-home/resources/2020/09/01/tools-to-determine-colostrum-quality-factsheet/tools-to-determine-colostrum-qualityfactsheet.pdf?rev=7a4a0265cf324da6a74abbed0df17a5c> [Fecha de consulta 28 de noviembre del 2022].
- Denholm, K. 2022. A review of bovine colostrum preservation techniques. *J. Dairy Research*. En línea. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/3872DE53B07EA7F8BC53878327921A6E/S0022029922000711a.pdf/a-review-of-bovine-colostrum-preservation-techniques.pdf> [Fecha de consulta 25 de noviembre del 2022].

- Denovan, D. C., Reber, A. J., Gabbard, J. D. 2007. Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves. *American Veterinary Medical Association*. 68(7):778-782.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*. 18(2):271-281.
- Foley, A. J., Otterby, E. D. 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. *J. Dairy Science*. 61(8): 1033-1060.
- Fontes, N. S. M., Costa, D. J. F., Costa, B. C., Meirelles, S. N., Toledo, S. B., Lorenci, O. P., John, H. D., Gomes, V. 2017. Effect of maternal cells transferred with colostrum on the health of neonate calves. *Research in veterinary science*. 112(1):97-104.
- Furman-Fratczak, K., Rzasas, A., Stefaniak, T. 2011. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J Dairy Science*. 94(11):5536-3343.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 24(1):19-39.
- Godden, S. 2010. Manejo del calostro para becerras de razas lecheras. *Memoria del día internacional del ganadero lechero, DIGAL, A. C. Delicias, Chihuahua*. :47-67.
- Godden, S. M., Smith, S., Feirtag, J. M. 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentration in commercial dairy calves. *J. Dairy Sci*. 89:3476-4383.
- Godden, S., Lombard, E. J., Woolums, A. R. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 35(3):535-556.
- Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., Stabel, J., Bey, R., Goyal, S., Metzger, L., Fetrow, J., Wells, S., Chester-Jones, H. 2006. Heat treatment of bovine colostrum. II. Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin. *G. J. Dairy Sci*. 98:3476-3483.

- González, A. R., Rodríguez, H. K., Núñez, H. G. 2012. Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *Producción pecuaria AGROFAZ*. 12(4):1-7.
- Hadorn, U., Blum, J. W. 1997. Effects of feeding colostrum, glucose or water on the first day of life on plasma immunoglobulin G concentrations and gamma-glutamyltransferase activities in calves. *J. Vet. Med. A*. 44:531-537.
- Hammon, H. M., Blattler, U., Morel, C., Philipona, C., Rauprich, A., Romé, V., Huerou-Luron, I. L., Guilloteau, P., Blum, J. W. 2001. Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. *The Journal of Nutrition*. 131(4):1256-1263.
- Hammon, H. M., Steinhoff-Wagner, J., Flor, J., Schonhusen, U., Metges, C. C. 2013. Lactation biology symposium: role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *J Anim Sci*. 91(2):685-695.
- Heinrichs, J., Jones, C. 2016. Colostrum management tools: hydrometers and refractometers. En Línea. <https://extension.psu.edu/colostrum-management-tools-hydrometers-and-refractometers> [Fecha de consulta 9 de septiembre 2022].
- James, W. M., Playford, R. J. 2021. Bovine colostrum: its constituents and uses. *Nutrients*.13(1):265.
- Johnson, J. L., Godden, S. M., Molitor, T., Ames, T., Hagman, D. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *Journal of dairy science*. 90(11):5189-5198.
- Lopez, A. J., Heinrichs, A. J. 2022. Invited review: the importance of colostrum in the newborn dairy calf. *J. Dairy science*. 105(4):2733-2749.
- Lora, I., Gottardo, F., Bonfanti, L., Stefani, A. L., Soranzo, E., Dall'Ava, B., Capello, K., Martini, M., Barberio, A. 2019. Transfer of passive immunity in dairy calves: the effectiveness of providing a supplementary colostrum meal in addition to nursing from the dam. *Animal*. 13(11):2621-2629.

- McCracken, M. M., Morrill, K. M., Fordyce, A. L., Tyler, H. D. 2017. Technical note: evaluation of digital refractometers to estimate serum immunoglobulin G concentration and passive transfer in Jersey calves. *Journal of Dairy Science*. 100(10):8438-8442.
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Kelly, A. L. 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci, & Technol*. 96:133-158.
- Mendoza, A., Caffarena, D., Morales, T., Giannitti, F. 2017. Manejo del calostrado en el ternero recién nacido. *Revista INIA*. 48:5-10.
- Morales, P. R., Ramírez, R. J. 2014. Importancia y calidad del calostro. En línea. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/07/importancia-y-calidad-del-calostro1-1.pdf> [Fecha de consulta 28 de septiembre del 2022].
- Morin, D. E., Constable, P. D., Maunsell, F. P., McCoy, G. C. 2001. Factors Associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *Journal of dairy science*. 84(4):937-943.
- Pritchett, L. C., Gay, C. C., Besser, T. E., Hancock, D. D. 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *Journal of dairy science*. 74(7):2336-2341.
- Puppell, K., Golebiewski, M., Grodkowski, G., Slósarz, J., Kunowska-Slósarz, M., Solarczyk, P., Lukaszewicz, M., Balcerak, M., Przysucha, T. 2019. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: a review. *Animals*. 9(12):1070.
- Quigley, J. D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J. 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Science*. 96(2):1148-1155.
- Rodríguez, K., González, A. R., Núñez, H. G. 2013. Pasteurización del calostro. En Línea. https://www.researchgate.net/publication/329156132_Pasteurizacion_del_calostro [Fecha de consulta 15 de noviembre del 2022].

- Schogor, B. A. L., Glombowsky, P., Both, F., Danieli, B., Rigon, F., Reis, J. H., 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):1465.
- Soufleri, A., Banos, G., Panousis, N., Fletouris, D., Arsenos, G., Kougioumtzis, A., Valergakis, E. G. 2021. Evaluation of factors affecting colostrum quality and quantity in Holstein dairy cattle. *Animal*. 11(7):2005.
- Swan, H., Godden, S., Bey, R., Wells, S., Fetrow, J., Chester-Jones, H. 2007. Passive transfer of immunoglobulin G and preweaning health in Holstein calves fed a commercial colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 90(8):3857-3866.