

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



Calidad de calostro de vacas suplementadas con selenio y vitamina B12

Por:

MA. ALEXIA SOLEDAD MOLINA VALENZUELA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Marzo 2021

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

Calidad de calostro de vacas suplementadas con selenio y vitaminas B₁₂

Por:

MA. ALEXIA SOLEDAD MOLINA VALENZUELA

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA
Presidente

DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Vocal

M.C. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Vocal

MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
Vocal Suplente

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Marzo 2021



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

Calidad de calostro de vacas suplementadas con selenio y vitaminas B₁₂

Por:

MA. ALEXIA SOLEDAD MOLINA VALENZUELA

TESIS

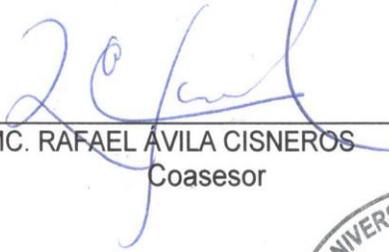
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

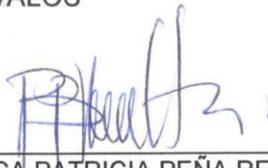
Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Asesor Principal



MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
Coasesor



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Torreón, Coahuila, México
Marzo 2021

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: A él único creador del universo, te agradezco tu infinito amor que me has demostrado en cada paso de mi camino aún con mis fallas. Sin ti nada hubiera sido posible. ¡Gracias Dios!

A MI UNIVERSIDAD: Por haberme dado los mejores 5 años de mi vida, por haberme abierto las puertas y acogerme calidamente y ser mi casa por tanto tiempo. Y todo su personal tanto docente como administrativo.

A MIS PADRES: A **Juan Ramón Molina Valenzuela** y **Ma. Lucia Valenzuela Alvarado**, por haberme dado la vida, y formarme a la persona que soy hoy. Pero en especial a mi papá, sin ti papá yo no sería nadie. Te agradezco toda tu dedicación, apoyo y amor, que jamás te podré pagar ni con mi vida. ¡Los amo!

A MI HERMANO: **Mizael Juan Molina Valenzuela**, te agradezco a ti también por qué cuando las cosas parecen estar mal siempre estas tú conmigo. Te amo hermano.

A MIS ABUELOS: A **Juan Molina Vega** y **Ma. Guadalupe Valenzuela Martínez**, por apoyarme, por quererme, por cuidarme como si fuera su propia hija. ¡Los amo con toda mi alma!

A MI HERMANA: **Kenia Karen Agalí Jiménez López**, sabes que eres mi mejor amiga, y que aunque a veces haya momentos malos siempre logramos avanzar. Te agradezco mucho todo tu amor y apoyo en la carrera, por toda nuestras aventuras, te amo mucho nunca lo olvides.

A MI ASESOR: Dr. Ramiro González Avalos, por su tiempo y dedicación Por ser mi ejemplo a seguir y una de las razones por las cuáles me esmero día a día a ser la mejor veterinaria que pueda existir, gracias infinitas.

A MIS MAESTROS: Sin duda todos marcaron una pauta en mi vida estudiantil, él crecer bajo sus alas ha impactado mi vida de una manera indescriptible. En especial agradecimiento a mis queridos profesores; **MVZ. Alejandro Cabral Martell**, no tiene idea de como disfrute sus clases, muchas gracias. A él **MVZ. Manuel Esquivel Limones**, sin duda usted ha sido una persona muy importante en mi formación como profesional, le agradezco infinitamente todo su tiempo, cariño y paciencia, más por haberme acogido como si fuera su hija. Lo quiero mucho médico. A él profe. **Iván Durán**, por haberme acogido en su cubículo y enseñarme lo que hoy sé. Dios lo bendiga. A mi asesora de prácticas; **MVZ. Olivia García Morales**, gracias por todo su apoyo en los momentos más difíciles que atravesé Miss, la estimo mucho. Por último ni menos importante a mi coach de softbol el **Ing. Fidel Martínez**, gracias por todo su apoyo y por creer en mí siempre aunque no lo mereciera. Dios lo bendiga. No podría terminar de nombrar a todos, pero a todos me los llevo en el corazón.

A: Nemias Pérez Pérez, gracias por qué has estado conmigo en las buenas y en las malas. Te aventaste media carrera a mi lado y me has apoyado infinitamente. Gracias por qué aún en los días más grises me empujas hacia adelante.

A MI AMIGA: A mi queridísima amiga Maria Luisa Morales, mi Marucita te quiero mucho y este logro también es tuyo. Muchas gracias por todo tu cariño, paciencia y consejos. Dios te bendiga grandemente. To you my dear friend **Gabriela Cervantes**,

I want to thank you and honor you for being my friend, and support me many times.
I will always be in great debt with you, love you guys with all my heart.

A MIS TÍOS: Lae. Rosa Eliana Molina Valenzuela y Ing. Gustavo Nájera Gandarilla, tía le agradezco todo su cariño y su apoyo, y que me regañe para ser de mi una mujer temerosa de Dios. A mi tío Gus, gracias por ser quién es, por ser un hombre esforzado de Dios y por tener siempre tiempo para escucharme, interceder con Dios por mí y por enseñarme a amar a Dios como lo hacen ustedes.

A MIS PRIMAS: Diana Rivera y Andrea Rivera, gracias por todo su apoyo. Ustedes han sido parte fundamental de mi carrera. Las quiero mucho.

A MI JEFE: A él **Mvz. Veymer A. Escobar Méndez**, por su apoyo desde el primer día, por ser mi ejemplo a seguir, y motivarme a ser mejor que usted mismo. Con mucho cariño, respeto y admiración. Espero algún día ser tan grande y exitoso como usted. ¡Gracias!

A MIS AMIGOS: Qué me acompañaron a esta aventura tan hermosa y a mis compañeros de generación, espero verlos triunfar y comernos en mundo juntos. Con cariño para Abi Niave, Abigail Ángeles, Judith Rodríguez, Eduardo Cano, Elisa Arellanes, Rodrigo Gómez, entre muchos otros.

A MI COMPAÑEROS DE VIDA: A ustedes que me han dado la más grande prueba de amor y lealtad, esperando cada tarde mi llegada y pasando en vela la noche a mi lado, este también es su logro. Gracias, siempre los llevaré en mi corazón. Para mi Totis, mi Negra, mi Cucha, y todos los que estuvieron a mi lado durante su corta vida.

DEDICATORIAS

A MI PADRE, Juan Ramón Molina Valenzuela por enseñarme a seguir, a levantarme si he caído, a trabajar por lo que quiero, a llegar siempre lejos. Por tu apoyo incondicional y darme todo lo necesario para poder conducirme en el camino de la vida. Sin el empuje de querer hacerte orgulloso de mí nada de esto fuera posible. Esté es tu logro papi.

A MI MADRE, Ma. Lucia Valenzuela Alvarado, gracias por enseñarme con tu ejemplo lo que es amar una profesión, ser una guerrera y ser valiente. Muchas veces no comprendo tu forma de educarme pero sé que fue para ayudarme a ser quién soy hoy, gracias a tí no tengo miedo de hacerlas cosas y si lo tengo me lo aguanto.

A Nemias Pérez, Te dedico este logro por qué también es tuyo.

RESUMEN

La crianza de becerras para reemplazo actualmente es uno de los sectores más importantes de la industria lechera, para lograr una óptima crianza debemos tomar en cuenta que el primer paso para eso es lograr una becerro sana y capaz de combatir las exposiciones de los agentes causales de enfermedad. Esto se logra cuando tenemos un calostro de buena calidad. La primera fuente de nutrientes para las becerras después del nacimiento es el calostro. Por lo tanto la utilización de calostros de alta calidad es fundamental para terneros neonatos, y así lograr una adecuada inmunidad pasiva y buena protección durante las primeras semanas de vida. El objetivo de este estudio es evaluar la calidad de calostro producido por vacas Holstein multíparas suplementadas con selenio y vitamina B₁₂. Se utilizaron 80 vacas Holstein: T1: 0ml, T2=5ml de selenio y vitamina B₁₂ respectivamente, a las cuales se les aplicó en el momento del secado. Se utilizó el primer calostro de la ordeña durante las primeras 24hrs después del parto. La densidad del calostro se determinó mediante el uso de un calostrometro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®). El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey. El resultado indica que existe diferencia estadística $P < 0.05$ a favor del T2. El suministro de Selenio y vitamina B₁₂ en vacas Holstein aumenta la calidad del calostro.

Palabras claves: Calostro, Calidad, Selenio, Calostrómetro, Vitamina B₁₂

Índice general

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iv
RESUMEN	v
Índice general	vi
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características generales del calostro.....	3
2.2 Manejo del calostro	7
2.3 Inmunidad pasiva del neonato.....	9
2.4 Importancia del Calostro.....	12
2.5. Calostrómetro como herramienta para medir calidad	13
2.6. Falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP).....	14
2.7. Vitaminas y minerales en la alimentación de becerras.....	16
2.8. Minerales.....	18
2.9. Suplementación con Selenio.....	20
2.10. Vitamina B12	22
3 MATERIALES Y MÉTODOS	24
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5 CONCLUSIONES	28
6 LITERATURA CITADA	29

Índice de cuadros

- Cuadro 1. Cuadro 1. Características y composición química del calostro y 5
leche de ganado Holstein.
- Cuadro 2. Calidad de calostro en vacas multíparas suplementadas con 26
selenio y vitamina B₁₂.

Índice de figuras

Figura 1. Calidad de calostro de vacas suplementadas con selenio y 25 vitamina B12.

1. INTRODUCCIÓN

Para las empresas lecheras no solo es deseable obtener reemplazos para la producción láctea, también que se exprese el potencial productivo de éstos, y así, incrementar la rentabilidad de la inversión que se realizó. La cantidad de leche producida a lo largo de la vida de una vaca, depende de la genética, nutrición, estado de salud, número de partos, manejo y el patrón de crecimiento de las becerras (Rodríguez *et al.*, 2012).

Los bovinos presentan un tipo de placenta epiteliocorial y cotiledonaria, donde el útero está en contacto con los cotiledones de la placenta fetal. Al unirse un cotiledón con una carúncula, forman lo que se denomina un placentoma, en la vaca existen entre 75 y 120 de ellos (Galina y Valencia, 2008). Estos tipos de placenta ocasionan que la transferencia de inmunidad pasiva en becerras deba ocurrir por ingestión de calostro, ya que la placenta bovina impide la transferencia de inmunoglobulinas (Ig) de la madre al feto (Elizondo, 2007).

Para que exista una transferencia eficiente de inmunidad a través del calostro es necesario realizar manejos donde se controlen los siguientes factores: calidad del calostro, volumen ofrecido, y tiempo transcurrido entre el nacimiento y la primera toma. Es importante medir el grado de transferencia de inmunidad pasiva para manejar correctamente a las becerras lactantes (González *et al.*, 2011). La hipogamaglobulinemia se presenta frecuentemente en becerros, y es una de las causas importantes de la morbilidad y mortalidad en estos animales. Cuando no existe una transferencia de inmunidad apropiada se presentan diferentes grados de hipogamaglobulinemia (Quiroz *et al.*, 1998).

El selenio ha atraído atención en nutrición animal, incluyendo la nutrición humana (Allan y Lacourcire, 1999). Ejerce varios efectos in vivo, entre ellos se sabe que influye en la respuesta inmune en varias especies de animales a través de la activación de la fagocitosis por los neutrófilos, aumento de la producción de anticuerpos y mejora la proliferación de linfocitos (Spears, 2000). Debido a que las becerras al nacimiento son siempre deficientes en selenio, la alimentación o aplicación después de su nacimiento con el mismo, es una técnica importante para la promoción del desarrollo de su propio sistema inmune y promover así un crecimiento saludable (Kamada *et al.*, 2007).

1.1 Objetivo

Evaluar la calidad de calostro producido por vacas Holstein multíparas suplementadas con calostro de vacas suplementadas con selenio y vitamina B₁₂.

1.2 Hipótesis

En vacas suplementadas con selenio y vitamina B₁₂ se incrementa la calidad del calostro.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características generales del calostro

Alrededor de 21 días antes del parto, la Ig que circulan en el torrente sanguíneo de la vaca, comienzan a depositarse o a transferirse al calostro durante la calostro génesis (producción de calostro) (Elizondo, 2013). El calostro es la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, es especialmente rico en Ig o anticuerpos, los cuales proveen a la ternera su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida (Elizondo-Salazar, 2007).

Otra definición de calostro es la entregada por Godden (2008) quien describe el calostro como una mezcla de secreciones lácteas y componentes del suero sanguíneo, más notoriamente Ig y otras proteínas séricas, que se acumulan en la glándula mamaria durante el período seco de preparto. Este proceso se inicia varias semanas antes del parto, bajo la influencia de las hormonas lactogénicas, incluyendo prolactina, y cesa abruptamente en el parto (Astudillo, 2011).

Se ha señalado que lo más relevante del calostro es el recubrimiento con lactoferrina en la pared interna del intestino (Plaza *et al.*, 2009). La lactoferrina es una glicoproteína que se une al hierro y se ha demostrado que reduce la morbilidad y mejora el crecimiento en las terneras neonatales (Robblee *et al.*, 2003).

Durante los primeros meses de vida los bovinos son alimentados con leche materna con dos objetivos fundamentales: cubrir todos sus requerimientos nutricionales y recibir anticuerpos como parte su inmunidad (Ramírez, 2017). Durante la gestación no es posible la transferencia de anticuerpos desde la sangre

de la madre hacia la ternera, debido a que la placenta es de tipo sinepiteliocorial (Roa *et al.*, 2012).

Es la principal fuente de inmunidad y nutrientes para el neonato en el caso de los bovinos, el cual mantiene sus características durante los primeros ordeños, generalmente desde el primer al tercer ordeño. Posterior a esto, las secreciones obtenidas hasta que la leche se tome normal, son conocidas como leche de transición (Chahin-Doussoulin, 2014).

El calostro contiene gran número de linfocitos, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol los que estimulan el desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas del ternero bovino, y además es la primera fuente de nutrientes después del nacimiento (Mella, 2003). Nutricionalmente, el calostro es el alimento más completo que puede recibir el ternero recién nacido porque es muy rico en nutrientes y otros componentes bioactivos importantes como IGF-1, GH, lactoferrina, lactoperoxidasa, etc. (Elfstrand *et al.*, 2002).

Las vitaminas liposolubles son un componente importante en el calostro. Aunque los tocoferoles pasan a través de las membranas placentarias y son almacenadas por el feto, los recién nacidos aun nacen con bajos niveles de tocoferol y dependen del calostro para este nutriente (Zanker *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Características y composición química del calostro y leche de ganado Holstein (tomado de Davis y Drackley, 1998).

Variable	calostro (ordeño post-parto)			Leche
	1	2	3	
Gravedad específica	1,056	1,045	1,035	1032
Sólidos totales, %	23,9	17,9	14,1	12,5
Grasa, %	6,7	5,4	3,9	3,6
Sólidos no grasos, %	16,7	12,2	9,8	8,6
Proteína total, %	14,0	8,4	5,1	3,2
Caseína, %	4,8	4,3	3,8	2,5
Albúmina, %	0,9	1,1	0,9	0,5
Inmunoglobulinas, %	6,0	4,2	2,4	0,09
IgG g/dl	3,2	2,5	1,5	0,06
Nitrógeno no prot, %	8,0	7,0	8,3	4,9
Lactosa, %	2,7	3,9	4,4	4,9
Calcio, %	0,26	0,15	0,15	0,13
Potasio, %	0,14	0,13	0,14	0,15
Sodio, %	0,14	0,13	0,14	0,15
Vit A, µg/DL	295	190	113	34
Vit E, µg/g de grasa	84	76	56	15
Riboflavina, µg/ML	4,83	2,71	1,85	1,47
Colina, mg/ml	0,70	0,34	0,23	0,13

Además del aspecto nutricional y los beneficios inmunológicos que provee el calostro, la primera alimentación con este importante alimento ofrece a las terneras la primera oportunidad de exponerse a patógenos. Algunos de los patógenos que

pueden ser transmitidos en el calostro, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, descamación directa de la glándula mamaria, contaminación post-ordeño o por proliferación bacteriana si el mismo se almacena inapropiadamente, incluyen: *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Mycoplasma spp.*, *Mycobacterium avium ssp. Paratuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, y *salmonella spp.*, entre otras (McMartin *et al.*, 2006).

El primer componente que difiere entre la leche y el calostro es la concentración de inmunoglobulinas siendo 1-2% y 12-40% del total de proteínas, respectivamente (Jerzy, 1993). Por lo tanto, sigue siendo una recomendación general que los terneros se alimenten al menos una vez con calostro de alta calidad tan pronto como sea posible después del nacimiento (Godden *et al.*, 2003).

Entre los factores que afectan la calidad del calostro y que comprometen su funcionalidad en el becerro se tienen edad y número de partos de la vaca, dieta, salud, hacinamiento y clima (Moran, 2012). La mastitis durante el período seco puede afectar la calidad del calostro, por lo tanto, los selladores de pezones y los antibióticos deben usarse en seco. La calidad no solo puede verse afectada en términos de concentración de IgG sino también de carga bacteriana (Cabral *et al.*, 2016).

El contenido de proteínas y grasas de la proporción de alimentación en el período seco influye en la composición de la leche, pero no en el calostro (Zarcula *et al.*, 2010). Estudios anteriores mostraron que la deficiencia de nutrientes podría tener un efecto negativo en la calidad y cantidad del calostro producido. Burton *et al.*, en turno, encontraron que una concentración de proteína más baja en el

alimento administrado durante el período seco no redujo la concentración de inmunoglobulinas en el calostro, pero disminuye su absorción en el sistema digestivo de los terneros (Nowak *et al.*, 2012).

Sin embargo, no se observa diferencia en el tiempo de duración del secado de la vaca en la calidad del calostro; qué fue medida por la concentración de IgG en él (Shoshani *et al.*, 2014). La paridad es un factor importante en relación con el contenido de Ig calostrual, ya que las vaquillas de la primera cría tienen un contenido de IgG colostrual considerablemente más bajo que las vacas en sus paridades tercera o posterior (Gulliken *et al.*, 2008).

2.2 Manejo del calostro

La vida de una vaca lechera puede dividirse en dos fases: crianza y vida productiva. La fase de crianza se extiende desde el momento en que la ternera nace, hasta el momento del primer parto; un manejo adecuado nutricional como sanitario de la cría garantiza un reemplazo con una vida productiva óptima (Meneses *et al.*, 2012). Ya que cuando el sistema inmune del animal se encuentra en perfectas condiciones esto se refleja en la producción de calostros de mayor calidad (Campos *et al.*, 2015).

Las terneras pueden absorber la Ig del calostro por un tiempo limitado después del nacimiento; poca absorción es posible más allá de las 24 horas. Si no se absorbe suficiente Ig, particularmente IgG, se obtienen bajas concentraciones de Ig en el suero y un mayor riesgo de enfermedad y mortalidad (Morin *et al.*, 1997). El manejo del calostro a menudo se observa como una preocupación para la salud y el manejo de los terneros neonatales y dada la gran mejora en la producción

observada en animales con mayor transferencia pasiva, existe un fuerte impulso para la mejora continua en esta área (Gelsinger *et al.*, 2014).

El éxito en el manejo de las becerras inicia con el primer suministro de calostro. Las becerras que reciben una adecuada cantidad de calostro, presentan altas concentraciones de inmunoglobulinas circulantes en sangre, estas se asocian con un descenso en la morbilidad y mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas (Rocha *et al.*, 2019). El buen manejo del calostro es esencial para proveer una buena carga de inmunoglobulinas. El manejo adecuado del calostro está dado por la calidad, la cantidad y el momento en que se le suministra al ternero, por lo que hay que tener claro las fortalezas y debilidades que existen en un rebaño determinado (Menares, 2011).

El calostro se evalúa de diferentes formas, entre las que se encuentra la determinación de la densidad con calostrómetro, medición de proteínas por el método de Biuret o gammaglobulinas por electroforesis en el suero de calostro; determinación de proteínas totales en el suero de calostro; determinación de proteínas totales en el suero de los becerros y la determinación de Ig séricas mediante pruebas de turbidez o de precipitación, pruebas de Elisa e inmunodifusión. A través de la combinación de algunas de estas técnicas es posible conocer la eficiencia o la falla parcial o total de la transferencia de Ig a los becerros (Quiroz *et al.*, 1998).

El primer punto de control para alimentar el calostro con una baja carga bacteriana es prevenir la contaminación durante el ordeño, almacenamiento y proceso de alimentación. Existe además una serie de estrategias para prevenir la

proliferación de bacterias en el calostro almacenado como la refrigeración, el congelamiento y el uso de agentes conservadores como el sorbato de potasio en el calostro fresco (Stewart *et al.*, 2005).

El método que se emplee tendrá efectos marcados sobre la conducta, rendimiento, desarrollo y bienestar. La forma más natural es el uso del biberón, su ventaja principal es disminuir el reflejo de succión a otras terneras, aumenta la síntesis de insulina para que el animal desdoble de mejor manera proteínas y grasas. Igualmente, estimula el cierre de la gotera esofágica, disminuyendo así posibles diarreas. El problema es el tiempo que le toma al encargado alimentar a todos los animales con esta metodología (Callejo, 2011).

2.3 Inmunidad pasiva del neonato

La transferencia de inmunidad pasiva en los bovinos depende de un sistema de transporte altamente específico, que involucra el paso de Ig desde el suero materno, a través de la barrera mamaria hacia el calostro. Una vez ingerido este, se da la movilización de las Ig desde el lumen visceral, a través de la barrera intestinal y hacia el torrente sanguíneo (Ehrlich, 1892).

El neonato bovino nace agammaglobulinémico y depende de la ingesta de Ig calostrales para obtener una inmunidad pasiva adecuada. Esto lo predispone a la acción de patógenos en su entorno y el calostro es su única fuente de anticuerpos (Tizard, 2009). Por lo tanto, la ingestión temprana de calostro por parte del recién nacido es crítica para su supervivencia (Elizondo-Salazar *et al.*, 2010). Las enfermedades y pérdidas de terneros siempre han sido y siguen siendo importantes problemas veterinarios y económicos. La relación entre la morbilidad o mortalidad

neonatal y el fracaso de la transferencia pasiva de Ig se ha demostrado en numerosos estudios epidemiológicos (Zaremba *et al.*, 1993).

La inmunidad pasiva es la única fuente de inmunidad precoz para los terneros debido a la incapacidad de la placenta bovina para transmitir inmunoglobulinas materiales al feto. Es obligatorio adquirir estas defensas naturales por ingestión de calostro (Armengol *et al.*, 2016). Para lograr una adecuada transferencia de inmunidad pasiva en las terneras es necesario combinar tres factores fundamentales: el tiempo, la cantidad y la calidad del calostro a suministrar. El tiempo de consumo es muy importante, pues la absorción de macromoléculas por parte de las células intestinales va disminuyendo progresivamente hasta las 24hrs de vida (Matamala, 2014).

Para asegurar una adecuada transferencia de la inmunidad pasiva, al menos para una becerria de 40 kgs de peso al nacimiento se deberán administrar 4 litros de calostro con una calidad mayor a 50g/L. Por lo tanto, obtener cantidades suficientes de calostro de buena calidad forma parte de las prioridades en lo que respecta a la crianza de becerras (Rodríguez *et al.*, 2013).

Las terneras con concentraciones inadecuadas de inmunoglobulina tienen tasas de crecimiento reducidas, un mayor riesgo de enfermedad y muerte, un mayor riesgo de ser descartado y una menor producción de leche en la primera lactancia (Smith *et al.*, 2007). Desafortunadamente, la tasa de mortalidad de terneras en la etapa de pre-destete es alta y oscila entre 8 y 11% (NAHMS, 1993). Una tercer parte de estas muertes ocurre dentro de las primeras tres semanas de vida, debido principalmente a la falla en la transferencia de inmunidad pasiva (Wells *et al.*, 1996).

El fracaso de la transferencia pasiva aparece si la concentración de IgG en suero de ternero es inferior a 10 mg / ml, cuando se toman muestras entre las 24 y 48 horas de edad (Weaver *et al.*, 2000). Las recomendaciones actuales sobre la gestión del calostro indican que los terneros deben recibir al menos 3.78 L de calostro de alta calidad (> 50 mg de IgG / mL) para asegurar una transferencia pasiva exitosa (Donovan *et al.*, 1998).

Los anticuerpos o inmunoglobulinas (Ig) son proteínas que se encuentran normalmente en el torrente sanguíneo. Estas proteínas son componentes vitales del sistema inmune. Ayudan a identificar y destruir bacterias, así como otras partículas extrañas (antígenos) que han invadido el cuerpo (Wattiaux, 2000).

Los terneros neonatales no solo pueden adquirir más del 90% de los nutrientes durante los primeros 2 días después del nacimiento, sino que también absorben factores inmunes y de crecimiento del calostro, como IgA, Igm, IgG, IGF-1, lactoferrina y lisozima (Yang *et al.*, 2015). Los oligosacáridos en el calostro pueden proporcionar protección contra los patógenos, al actuar como inhibidores competitivos de los sitios de unión en las superficies epiteliales del intestino (Przybylska *et al.*, 2007).

El inhibidor de la tripsina, un compuesto encontrado en el calostro en concentraciones casi 100 veces mayores que en la leche, sirve para proteger las Ig y otras proteínas de la degradación proteolítica en el intestino del becerro recién nacido (González, 2015). En el calostro las inmunoglobulinas de mayor importancia (en orden de absorción), son las de tipo G, M Y A; las de tipo G, son las encargadas de identificar y ayudar a destruir patógenos invasores, puesto que son de menor

tamaño que las demás inmunoglobulinas se pueden desplazar más fácilmente por el torrente sanguíneo; las de tipo M, se encuentran en la primera línea de defensa del organismo en caso de septicemia, además son moléculas grandes que se ubican en la sangre y protegen al ternero de las bacterias; finalmente, las de tipo A, son las encargadas de proteger las superficies mucosas del intestino para que no se adhieran patógenos y causen enfermedades (Cedeño *et al.*, 2015).

De las varias células y proteínas que contiene el suero de la madre, solamente la IgG y especialmente la IgG1 pasa desde el torrente sanguíneo hacia la glándula mamaria. La IgA e IgM se sintetizan localmente, esta síntesis se da a partir de los plasmocitos son linfocitos B que se han diferenciado en la glándula del animal y que tienen características secretoras (Larson *et al.*, 1980).

2.4 Importancia del Calostro

Uno de los principales objetivos de una empresa lechera es obtener el mayor número de vaquillas sanas que paran aproximadamente entre los 22 y 24 meses de edad; las cuales sirvan para reemplazo en los siguientes años, así como para el crecimiento del hato y la producción lechera (Salazar *et al.*, 2019).

Los terneros privados de calostro tenían proteínas séricas e IgG numéricamente similares a otros tratamientos al nacer y menores que otros tratamientos para todos los demás muestreos. La diferencia en la concentración de IgG en suero entre los tratados de IgG alta y baja y los privados de calostro realmente enfatiza no solo la importancia de la alimentación temprana del calostro sino también la relevancia de la calidad del calostro para proporcionar inmunidad protectora (Nocek *et al.*, 1984).

Se debe enfatiza la educación en el manejo y la alimentación del calostro y se debe continuar para seguir mejorando el cuidado de las terneras lecheras (Kehoe *et al.*, 2007).

Por eso se ha reconocido la importancia del factor crítico para asegurar una adecuada absorción de inmunoglobulinas en terneras es la administración de una buena cantidad de calostro de calidad durante las primeras horas de vida (Elizondo, 2008).

Es importante tomar en cuenta que cualquier becerro que provenga de un parto distócico es más susceptible a mayores porcentajes de morbilidad y mortalidad. Este tipo de parto ocasiona hipoxia fetal, la cual desencadena acidosis metabólica que impide a su vez una correcta absorción de inmunoglobulinas calostrales, quedando más expuesto a sufrir enfermedades durante los primeros meses de vida incluso la muerte (Lawrence, 2004).

2.5. Calostrómetro como herramienta para medir calidad

Fleenor y Stott (1980) desarrollaron un calostrómetro o lactodensímetro, el cual incorpora la relación entre la gravedad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulinas (mg/mL). El uso de calostrómetro, aunque no provee una medida exacta de la cantidad de inmunoglobulinas presente en el calostro, permite estimar su calidad antes de ser suministrado a las terneras y evitar así un fracaso en la transferencia de la inmunidad pasiva por el uso de un calostro de baja calidad (Elizondo, 2007).

Un aspecto importante es que la lectura del calostrómetro depende altamente de la temperatura del calostro, por lo tanto, la lectura debe hacerse cuando éste se encuentra a temperatura ambiente (20-25°C) (Fleenor *et al.*, 1980).

El uso de calostrómetro permite estimar la calidad de calostro antes de ser suministrado a las terneras, y evitar así, un fracaso en la transferencia de inmunidad pasiva por el uso de un calostro de baja calidad. Un aspecto importante es que la lectura del calostrómetro depende altamente de la temperatura del calostro (Elizondo, 2015).

Varios autores llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo fue investigar el efecto de la temperatura en lecturas de calostrómetro para estimar la concentración de inmunoglobulinas en el calostro bovino. Dicho estudio determinó que las lecturas difirieron en 0.8mg/ml por cada grado centígrado en el cambio de la temperatura, por lo que la lectura debe hacerse cuando el calostro se encuentra entre 20 y 25°C (Mechor *et al.*, 1991).

2.6. Falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP)

Una falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) es un término que se utiliza para indicar un estado en el que las terneras no han podido absorber suficientes anticuerpos o inmunoglobulinas (lgs) provenientes del calostro en su torrente sanguíneo dentro de las 24hr de vida. Esto es cuando la concentración de lgs es menor a 10mg/ml o cuando la concentración de proteína sérica total (PST) es menor a 5.5 g/dL (Faber *et al.*, 2005).

Así por ejemplo, se ha encontrado que terneras con una transferencia inadecuada de inmunidad pasiva, mostraron ganancias de peso reducidas en los

primeros meses de vida, mayor desarrollo de neumonía y altos niveles de mortalidad (Elizondo, 2016). Además, la FTIP en terneras afecta la productividad a largo plazo, ya que una baja concentración de Igs se asocia con una disminución en la producción de leche durante la primera y segunda lactancia y con un incremento en el descarte de vacas durante la primera lactancia (DeNise *et al*, 1989).

El paso más importante para asegurar una adecuada transferencia de inmunidad pasiva es suministrar una cantidad adecuada de calostro de buena calidad en las primeras horas de vida (Elizondo, 2013). La relación entre la concentración de calostro de IgG y la tasa de supervivencia no solo se debe a la protección inmunológica brindada a los terneros, sino también al hecho de que la concentración de calostro de IgG refleja el estado fisiológico de la madre y, por lo tanto, del feto (Dardillat *et al.*, 1978)

En la actualidad se conocen 4 razones principales relacionadas con el manejo de los programas calostrales por las cuáles un ternero es incapaz de obtener la inmunidad requerida (Tizard, 2013). Para empezar, el volumen de calostro inicial administrado es menor a 4 litros; en segundo lugar, la hora de alimentación en la que los animales son alimentados post parto sobrepasa 6 horas excediendo límites de máxima absorción. Tercero, la calidad es inadecuada debido a varios factores; y por último, existe una absorción deficiente por parte del ternero (Cazares, 2018).

El tipo de parto cuando fue distócico representó un factor de riesgo para la población de neonatos bovinos en estudio. Como lo afirma una investigación del 2009, dentro de las causas principales que predisponen a las terneras a un FTIP se

encuentra la distocia y problemas que causen estrés antes, durante o después del parto (Troya *et al.*, 2008). El número de parto de la madre es un factor que se ha asociado con el contenido de Igs en el calostro. Se ha demostrado que el calostro de las novillas de primer parto presenta una concentración de Igs menor que el de vacas con más lactancias y que a su vez, dicha concentración se incrementa conforme aumenta el número de partos. Indican que vacas con más lactancias y que además; el mecanismo de transporte de Igs hacia la glándula mamaria puede también estar menos desarrollado que en el de vacas adultas (Vargas *et al.*, 2014).

2.7. Vitaminas y minerales en la alimentación de becerras

Las vitaminas y los minerales, juegan un papel determinante dentro de esta dinámica, pues se ha demostrado que éstos pueden afectar no sólo a las respuestas de tipo humoral sino también a distintos factores humorales inespecíficos como enzimas (lisozima) y hormonas (glucocorticoides, timulina) que regulan la respuesta inmune (Weber, 1995). Además, los micronutrientes son factores determinantes de la inmunocompetencia, y la falta de éstos puede estar implicada en la reducción de las respuestas inmunes mediadas por células, así como la función de las células NK (asesinas naturales, por sus siglas en inglés), producción de anticuerpos, funcionamiento de los macrófagos, entre otras (Ravaglia *et al.*, 2000).

La necesidad de una ingestión mínima de minerales y vitaminas, para evitar los síntomas de deficiencia, así como un adecuado funcionamiento del sistema inmunitario, ha sido estudiada por medio de estudios experimentales y epidemiológicos. Sin embargo, el número de trabajos destinados a establecer las necesidades vitamínico-minerales de las distintas especies animales para un óptimo

funcionamiento del sistema inmunitario es muy reducido. Este tipo de determinaciones se ve complicado por diversos factores, entre ellos cabe destacar: los distintos criterios de función inmunitaria que se pueden utilizar y las conclusiones aparentemente contradictorias que se pueden obtener con ellos; el estado sanitario de los animales, que puede modificar las necesidades; las limitaciones en el número de muestras que se pueden procesar; la edad de los animales; y las interacciones entre nutrientes (Weber, 1995).

Las vitaminas son compuestos orgánicos que se necesitan en pequeñas cantidades y que cumplen múltiples funciones por su participación en reacciones químicas en el cuerpo (Erickson *et al.*, 2000). De acuerdo a su solubilidad se dividen en dos grupos: hidrosolubles y liposolubles.

Las vitaminas hidrosolubles deben su nombre a su alta solubilidad en agua y la mayoría de éstas son co-enzimas que tienen un funcionamiento activo en el organismo, al aumentar la velocidad de las reacciones fisiológicas (catálisis). Si estas vitaminas no están en el organismo, estos procesos no se llevan a cabo y esto puede traer consecuencias graves para el organismo, ya que se ven afectados, tanto el sistema nervioso, como, el sistema inmune, y por consiguiente, los componentes que permiten el correcto funcionamiento de ambos sistemas. Se incluyen en este grupo a las vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, ácido fólico, cobalamina) y a la vitamina C (ácido ascórbico) (Zago *et al.*, 2010).

Las vitaminas liposolubles son aquellas que son solubles en lípidos y se absorben a través de las micelas y los quilomicrones. Se almacenan en el hígado y

el tejido adiposo, por lo que pueden acumularse y producir intoxicación. Sus principales funciones se vinculan con la actividad antioxidante y la estimulación de los tejidos encargados de producir células y sustancias químicas del sistema inmune. Se incluyen en este grupo la vitamina A, la D, la E y la K (Fenucci *et al.*, 2004).

Algunas vitaminas son esenciales para el metabolismo, pero, no para la dieta de algunas especies, ya que, se pueden sintetizar fácilmente a partir de otros componentes alimenticios o metabólicos (por ejemplo en los rumiantes, la vitamina C se produce en el hígado y la vitamina K y algunas del complejo B en el rumen) (Waldron, 2013).

2.8. Minerales

Los minerales constituyen entre el 4-5% del peso vivo del animal, y su presencia es necesaria para la vida y salud de todas las especies. Se habla de 21 elementos esenciales o probablemente esenciales, que cumplen múltiples funciones en el organismo del animal y por esto existe la posibilidad, tanto de presentarse deficiencia como toxicidad (Spears *et al.*, 2008).

Generalmente a los minerales se les suele agrupar en 2 grupos principales: macro minerales y micro minerales (Páez *et al.*, 2012). El primer grupo hace referencia a aquellos minerales cuyos requerimientos y consumos son relativamente mayores (g/kg), así como su peso atómico; en este podemos mencionar al calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro, azufre. El segundo grupo hace referencia a los minerales cuyo peso atómico y requerimientos son menores (mg/kg), en este grupo podemos mencionar al hierro, selenio, cobre,

cromo, cinc, manganeso, entre otros (Spears *et al.*, 2008). Cabe destacar que la diferenciación de estos grupos no indica el nivel de importancia de estos dentro del funcionamiento del organismo, pues todos y cada uno de ellos juegan un papel importante dentro del metabolismo de los animales (Weiss, 2008).

Otro dato de la importancia del estudio de estos elementos, es que aunque está demostrado que ciertos elementos no son esenciales, su presencia tiene interés por su toxicidad potencial. Los minerales (solos, asociados entre sí o combinados con grupos orgánicos) forman parte del organismo animal y cumplen en él importantes funciones. Si estudiamos la composición del cuerpo de un animal, en promedio veremos que contiene 55% de agua, 17% de proteínas, 23% de grasa y 5% de compuestos minerales. Éstos últimos se encuentran, en gran parte, en los huesos, cumpliendo funciones de sostén. Pero en el resto del organismo también se encuentran en pequeñas cantidades diversos minerales que intervienen en los complicados procesos metabólicos (Piquer-Vidal, 1995).

Estos elementos químicos deben estar presentes en la alimentación de los animales, en cantidades adecuadas. Su déficit (o eventual exceso) puede ocasionar cuantiosas pérdidas en los grupos de animales afectados. En general, los animales, obtienen estos compuestos a través de los alimentos (forrajes, alimentos balanceados, suplementos nutricionales, agua), aunque en muchas ocasiones se recomienda la suplementación diaria con sales minerales, para asegurarse los consumos necesarios de minerales (Spears *et al.*, 2008).

Se ha demostrado que minerales tales como cinc, selenio, hierro y cobre, pueden influir en varios componentes de la inmunidad innata, pues estos juegan un

papel importante en la alteración de la lesión por radicales libres de los tejidos, y con esto las células fagocíticas producen oxidantes reactivos como parte de la defensa contra agentes infecciosos. Las deficiencias de zinc, cromo y cobre pueden reducir la función de las células asesinas naturales (NK) (Piquer-Vidal, 1995).

2.9. Suplementación con Selenio

Los minerales son importantes porque cerca del 50% de las enzimas corporales requieren algún mineral para su funcionamiento (Waldron *et al.*, 2009). Por esta razón, afectan el metabolismo de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y sus derivados. Esto perjudica la reproducción, producción de leche, crecimiento e inmunidad. Asimismo, los minerales afectan a los microorganismos del aparato digestivo responsables de digerir más del 90% del almidón, son los fermentadores exclusivos de celulosa, hemicelulosa y pectina, aportan entre el 50% y el 90% de los requerimientos de proteína del animal, y complementan las necesidades de vitaminas del complejo B del animal (Huerta, 1997).

El selenio, debido a su papel como agente antioxidante, es de suma importancia para el mantenimiento de la respuesta inmune normal en los animales (Lim *et al.*, 2000). Este mineral es un componente principal de la enzima glutatión peroxidasa, la cual está implicada en la eliminación del peróxido de hidrógeno y de las reacciones de tipo REDOX (reducción-oxidación) en las células.

En los últimos años, se ha demostrado que los suelos generalmente tienen una baja concentración de Se, que proveen a los forrajes y otros cultivos que crecen en ellos, cantidades inadecuadas del mineral que a su vez generan un incremento

en la susceptibilidad a enfermedades y una disminución del desempeño productivo y reproductivo de los animales (Ceballos *et al.*, 2009). Para determinar si los animales son deficientes en un determinado nutriente, es necesaria una medida cuantitativa del estado de los nutrientes. Se han realizado muchas investigaciones sobre los efectos de la suplementación con Se en la química sanguínea (Weiss *et al.*, 1990).

El estado del selenio y la vitamina E en el período pre-parto y durante la vida temprana es importante para la salud y el rendimiento de las vacas y sus crías. La administración de Se y Ve en cerdas durante las últimas etapas del embarazo afecta (hasta cierto punto) la concentración de inmunoglobulina calostrual y la inmunidad pasiva de los cerdos (Lacetera *et al.*, 1996).

Si la ingesta dietética de Se durante el período seco de las vacas es baja, el ternero recién nacido requiere Se suplementario para mantener una salud adecuada durante la lactancia. En un estudio anterior, se obtuvieron fetos de vacas de carne de res primíparas preñadas para determinar el efecto de la edad fetal sobre las concentraciones de Se, Zn, Cu y Mn en los tejidos fetales. En el hígado fetal, el Se disminuyó significativamente durante los últimos 60 días de gestación, enfatizando la importancia de la suplementación con Se durante la gestación tardía (Abdelrahman *et al.*, 1995).

El elemento selenio es parte de los elementos fundamentales para la vida, donde la carencia acarrea problemas en la salud de los rumiantes, siendo la principal entidad asociada la enfermedad del músculo blanco (López *et al.*, 1997), y otras menos específicas como debilidad neonatal, retención de placenta, abortos,

degeneración testicular, inmunosupresión y mastitis (Neumann *et al.*, 2016). En el ganado, la deficiencia de selenio puede tener impactos económicamente significativos, como la reducción de la fertilidad, las retenciones placentarias y la incidencia de mastitis y metritis (Mehdi *et al.*, 2016). Una deficiencia de selenio conduce a trastornos en el período perinatal que alteran la calidad de la leche en las vacas (Horky, 2015).

2.10. Vitamina B12

En los últimos 50 años, la producción de leche por vaca se ha más que duplicado, pero esto ha sido a expensas de la tasa de concepción (Butler, 2012). Las vitaminas del complejo B se caracterizan por ser hidrosolubles y en su mayoría son componentes de coenzimas. En los rumiantes, todas las vitaminas de este grupo se sintetizan por los microorganismos del rumen, en cantidad suficiente para cubrir las necesidades para el metabolismo normal y para segregar cantidades apreciables en la leche. No obstante, en ciertas condiciones pueden producirse deficiencias o mayores necesidades de complejo B en los rumiantes (McDonald *et al.*, 1999).

Las vitaminas del complejo B están relacionadas a procesos específicos del metabolismo general, actuando a nivel celular como cofactores enzimáticos. Estos nutrientes son a menudo ignorados en la formulación de raciones para ganado lechero. A menudo se asume que se sintetizan en cantidades suficientes por los microorganismos del rumen, basándose en la investigación llevada a cabo hace muchos años (Bechdel *et al.*, 1928).

Estudio reciente han demostrado que en la vaca lechera moderna, la suplementación de algunas vitaminas del complejo B mejoran la salud y el

rendimiento de las vacas lecheras (Sacadura *et al.*, 2008). Estas vitaminas del complejo B deben ser consideradas como nutrientes esenciales. Dado a que la mayoría de estas vitaminas son altamente degradadas en el rumen (Santschi *et al.*, 2005), para evitar la degradación ruminal es necesario inyectarlas, o bien, protegerlas cuando sean suplementadas en ración.

Se ha demostrado que la vitamina B12 juega un papel central en los procesos inmunes, porque regula la división celular y el crecimiento. Cuando la suplementación de esta vitamina no es adecuada, las células blancas de la sangre no pueden madurar y multiplicarse, esto desencadena una disminución de la respuesta de las células de la sangre y de la contracción del órgano crítico del sistema inmunológico, el timo (Tizard, 2009).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló del 18 de Noviembre del 2019 al 18 de Enero del 2020, en el establo El Socorrito en el municipio de Cd. Lerdo ubicado en el estado de Durango; este se localiza a una altura de 1305 msnm. Entre los paralelos 25° 10' y 25° 47' de latitud norte y 103° 20' - 103° 59' de longitud oeste, tiene una extensión territorial de 1 868.80 kilómetros cuadrados (INEGI, 2009).

Se utilizarán 80 vacas Holstein múltiparas distribuidas en dos tratamientos: T1=0 ml, T2=5 ml de selenio y vitamina B₁₂ respectivamente. El cual fue aplicado al momento del secado de las mismas. Se utilizó el calostro de primer ordeño dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22 °C al momento de la medición.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizará mediante la prueba de Tukey. Se utilizó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de calidad de calostro (Figura 1) muestran diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos, el T2 muestra mayor calidad. La calidad del calostro tiene relación con la concentración de Ig, es decir, a mayor concentración de Ig, será más alta la calidad del calostro (Godden, 2008).

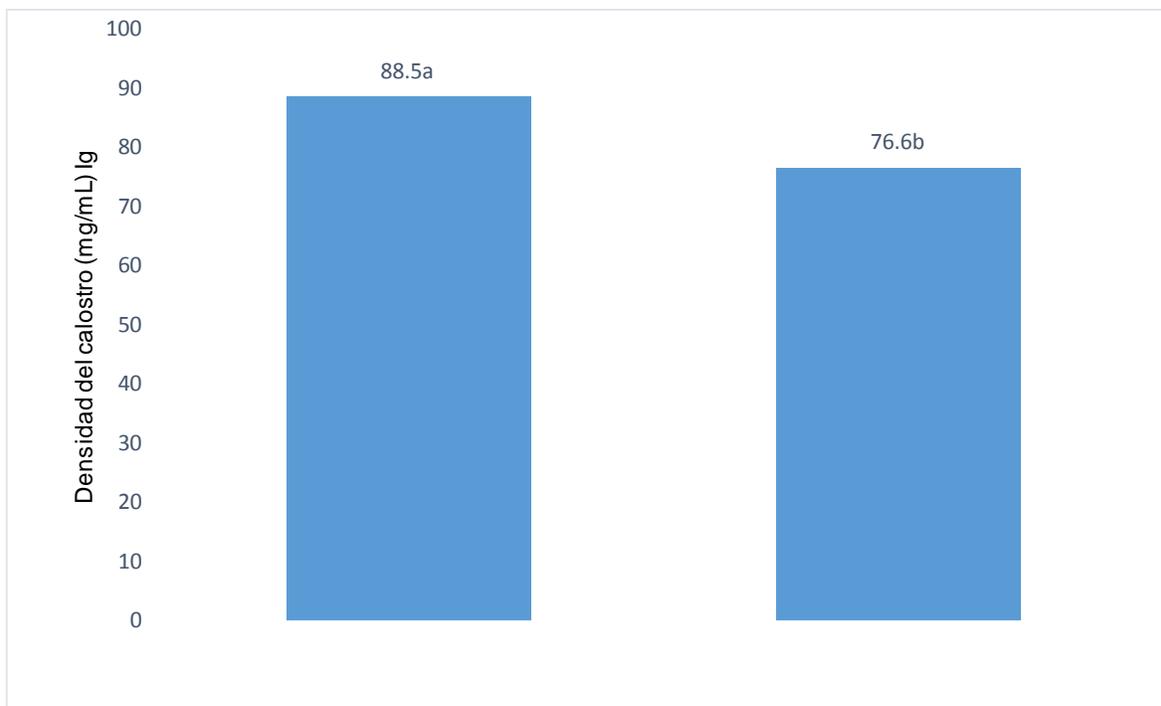


Figura 1. Calidad de calostro de vacas suplementadas con selenio y vitamina B₁₂.

*Diferente literal indica diferencia estadística $P < 0.05$.

En el ciclo de manejo de la vaca lechera el objetivo de suplementar con vitaminas y minerales en épocas estratégicas como lo es el periodo de secado tiene el propósito de ayudar con algunas metas, en este caso mejorar la calidad del calostro, lo que tiene un buen impacto en la salud de los terneros (Guyot *et al.*, 2007).

El calostro es vital para la supervivencia y la salud de la becerro desde el punto de vista inmunológico. Los factores que más influyen sobre la absorción de inmunoglobulinas es terneros son entre las más importantes la cantidad así como la calidad o concentración de anticuerpos, por lo que resulta esencial obtener calostro que reúna ambas características y así proporcionar una inmunidad adecuada al ternero al momento del nacimiento.

En relación a la calidad del calostro en vacas multíparas suplementadas (Cuadro 2) se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) a favor del tratamiento donde de suministro selenio. En otro estudio se determinó la concentración de Ig en muestras de calostro primer ordeña de 919 vacas Holstein. Vacas en su primera lactancia producen una concentración media de Ig, igual que las vacas de segunda lactancia, vacas en su tercer o mayor lactancia producen calostro con la mayor concentración de Ig (Pritchett *et al.*, 1991).

Cuadro 2. Calidad de calostro en vacas multíparas suplementadas con selenio y vitamina B₁₂

No de Parto	selenio	testigo
2	84.1 ^a	81.5 ^b
3	91.3 ^a	75.6 ^b
4	87.5 ^a	84 ^b
5	90 ^a	70 ^b

*Diferente literal entre columnas indica diferencia estadística $P < 0.05$.

Estos resultados coinciden con los de Devery y Larson (1983) quienes observan que el calostro producido por vacas de primer parto contiene una menor densidad que el calostro de las vacas con mayor número de partos.

5 CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la suplementación de selenio y vitamina B₁₂ al momento del secado en vacas Holstein multíparas promueve la producción de calostro de alta calidad.

6 LITERATURA CITADA

- Abdelrahman, M. M., y Kincaid, R. L. 1995. Effect of selenium supplementation of cows on maternal transfer of selenium to fetal and newborn calves. *J. Dairy Sci.* 78(3):625-630.
- Allan, C. B. y Lacourcire, T. C. 1999. Responsiveness of selenoproteins to dietary selenium. *Annu. Rev. Nutr.* 19:1-16.
- Armengol, R. y Fraile, L. 2016. Colostrum and milk pasteurization improve health status and decreased mortality in neonatal calves receiving appropriate colostrum ingestion. *J. Dairy Science.* 99(6):4718-4725.
- Arreaza, T. L. C., Sánchez, M. L., Medrano, I. J., Pardo, B. O., Mateus H., Reza, G. S., Becerra, J., Oliva, S. M., Arcos, J. C., Romero, H. H., Peláez, I. y Londoño, J. 2003. Nutrición y alimentación de bovinos en el trópico bajo colombiano. Corpoica. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Colombia.
- Astudillo Neira, R.G. 2011. Efecto de la suplementación con un reemplazante de calostro bovino sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein-Friesian nacidos en invierno o primavera (Tesis de licenciatura). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Bechdel, S.I., Honeywell, H.E., Dutcher, R.A., y Knutsen, M.H. 1928. Synthesis of vitamin B in the rumen of the cow. *J. Biol. Chem.* 80:231-238.
- Broughton, W. C. y G. J. Lecce. 1970. Electron-microscopic studies of the jejunal epithelium from neonatal pigs fed different diets. *J. Nutrition.* 100:445-449.
- Butler, W.R. 2012. The role of energy balance and metabolismo on reproduction of dairy cows. In: 74th Annual Cornell Nutrition conference for feed manufactures, Est Syracuse, NY. Pág: 97-106.
- Cabral, R.G., Chapman, C.E., Aragona, K.M., Clark, E., Lunak, M., y Erickson, P.S. 2016. Predicting colostrum quality from performance in the previous lactation and environmental changes. *Journal of Dairy Science.* 99(5)4048-4055.
- Callejo, A. 2014. Manejo y alojamiento de terneras. *Revista Frisona española.* ISSN 0211-3767. 34(200):110-124.
- Campos-Granados, C., y Rojas-Bourillón, A. 2015. Suplementación con pared celular y cultivo de levaduras en vacas prontas y su efecto sobre la calidad del calostro y el estado inmunológico de las terneras. *Revista Agronomía costarricense.* 39(1):121-129.

- Cazares-Pazmiño, M.J. 2018. Determinación de la transferencia de inmunidad pasiva en terneras de 1 a 7 días de nacidas en los cantones Mejía, Cayambe y Rumiñahui (Tesis de licenciatura). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Ceballos, A., Sánchez, J., Stryhn H., Montgomery, J.B., Barkema, H.W., y Witchel, J.J. 2009. Meta-analysis of the effect of oral selenium supplementation on milk selenium concentration in cattle. *J dairy Sci.* 92:324-342.
- Ceballos, A., Wittwer F. G., Contreras, P. A., Quiroz, E., y Böhmwald, H. L. 1999. Actividad de glutatión peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo correlacionada con la concentración sanguínea y plasmática de selenio. *PesqAgropecu. Bras., Brasília.* 34(12):2331-2338.
- Cedeño, A.E., Padilla, G., González Marín, A.A., y Chamizo, E.G. 2015. Evaluación de la calidad inmunológica del calostro por la prueba del calostrómetro y test de Glutaraldehído en becerros recién nacidos en la Hacienda Los Ángeles, San Pedro de Macorís. *UCE Ciencia. Revista de postgrado.* 3(2). República Dominicana.
- Chahin-Doussoulin, J.A. 2014. Determinación de la calidad de calostro mediante la calibración de un refractómetro Brix en vacas Hosltein a pastoreo. Tesis maestría. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Ciria, C. J., M. R.Villanueva y G. J. Ciria. 2005. Avances en nutrición mineral en ganado bovino. IX Seminario de pastos y forrajes. UNET. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Táchira, Venezuela.
- Dardillat, J., Trillat, G., y Larvor, P. 1978. Colostrum immunoglobulin concentration in cows: relationship with their calf mortality and with the colostrum quality of their female offspring. *Annales de Recherches Vétérinaires, INRA Edition.* Pág: 375-384.
- DeNise, S.K., Robinson, J.D., Stott, G.H., y Armstrong, D.V. 1989. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 72:552-554.
- Donovan, G.A. Dohoo, I.R. Montgomery, D.M. y Bennett, F.L. 1998. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev. Vet. Med.* 34:31-46.
- Ehrlich, P. 1892. Über immunität durch verbung und säugung. *Z. Hyg. Infektionskrankh* 12:183.
- Elfstrand, L., Lindmark-Masson, H., Paulson, M., Nyberg, L., y Akesson, B. 2002. Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *Intern. Dairy J.* 12:879-887.

- Elizondo Salazar, J. 2008. Suministro de calostro con alimentador esofágico. ECAG- Informa. 44:35-38.
- Elizondo, S. J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. Agronomía Mesoamericana. 18 (2):271-281.
- Elizondo, S. J. A. y Heinrich, A. J. 2009. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: effects on growth characteristics and blood parameters. J. Dairy Sci. 92:3265-3273.
- Elizondo-Salazar, J. 2007. Importancia del calostro en la crianza de terneras. Revista ECAG Informa. 39:53-55.
- Elizondo-Salazar, J.A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. Agronomía Mesoamericana. Julio-Diciembre, 2007. 18(2)271-291. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica.
- Elizondo-Salazar, J.A. 2013. Importancia del calostro en terneras de lechería. Crianza de terneras: inversión para el futuro. Ventana lechera Revista especializada. 23(7):8-18.
- Elizondo-Salazar, J.A. 2013. Utilización de sustitutos o reemplazadores de calostro en terneras de lechería. Ventana lechera revista especializada. 23(7)19-22.
- Elizondo-Salazar, J.A. 2015. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros en vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica. Revista Agronomía Mesoamericana. Ed. 26(1): 27-32.
- Elizondo-Salazar, J.A. 2016. Transferencia de inmunidad pasiva en reemplazos de lechería: Su importancia para la vida productiva de la vaca. Revista UTN Informa el sector agropecuario. 77: 26-29.
- Elizondo-Salazar, J.A., Jayarao, B.M., y Heinrichs, A.J. 2010. Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. J. Dairy Science. 93(3): 961-967.
- Erickson, K., Medina, E., y Hubbard, N. 2000. Micronutrients and innate immunity. The Journal of Infectious Diseases. 182(1): 5–10.
- Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C., y Ax, R.L. 2005. Case study: Effects of colostrum ingestión on lactational performance. The profesional Animal Scientist. 21: 420-425.
- Falconi Baez, M.I. 2018. Efecto de la presencia de calostro sobre la calidad microbiológica, físico-química, y sensorial de la leche pasteurizada en refrigeración (Tesis de maestría). Universidad nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

- Fenucci, J., y Fernández, A. 2004. Acción de las vitaminas en la dieta de camarones *Penaeoideos*. En: VII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Sonora, México. Pág: 19.
- Fleener, W.A., y Stott, G.H. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 63:973-977.
- Furman-Fratczak, K., A. Rzasa y T. Stefaniak. 2011. The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J. Dairy Sci*. 94:5536-5543.
- Galina, C., y J. Valencia. 2008. Reproducción de los animales domésticos. 3ª. Ed. México: Limusa. :159-175.
- Gelsinger, S.L., Gray, S.M., Jones, C.M., y Heinrichs, A.J. 2014. Heat treatment of colostrum increases immunoglobulin G absorption efficiency in high-, medium-, and low-quality colostrum. *J. Dairy Science*. 97(4):2355-2360.
- Godden, S.M., Smith, S., Felrta, J.M., Green, L.R., Wells, S.J., Y Fetro, J.P. 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *J. Dairy Sci*. 86(4):1503-1512.
- González, A. R. 2015. Transferencia de inmunidad pasiva, crecimiento y supervivencia de becerras lecheras suministrando diferentes cantidades de calostro pasteurizado. Tesis doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- González, A. R., González, A. J., Rodríguez, H., Peña, B. P. y Núñez, G. L. E. 2011. Prevalencia en la falla de transferencia de inmunidad en becerras lecheras Holstein. 11º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. 05, 06 y 07 de noviembre. Torreón, Coahuila, México.
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I., Solverod, L., y Osteras, O. 2008. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91(2):704-712.
- Hall, J., Bobe, A., Vorachek, G., Estill, W. R., Mosher, C. T., W. D. y Pirelli, G. J. 2014. Effect of supranutritional maternal and colostrum selenium supplementation on passive absorption of immunoglobulin g in selenium-replete dairy calves. *J. Dairy Sci*. 97:4379-4391.
- Horky, P. 2015. Effect of selenium on its content in milk and performance of dairy cows in ecological farming. *Potravinarstvo Slovak journal of food science*. 9:324-329.

- Huerta, B. M. 1997. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo en: Mem. Del Curso alternativas de manejo en bovinos para carne en pastoreo. Pág: 19-72. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Cd. Lerdo, Victoria de Durango. Clave geoestadística 100120001.
- Jerzy Zawistowski, R.M. 1993. Incidence of colostrum in raw milk. Journal of food protection, pág: 625-626.
- Kamada, H. Nonaka, I. Ueda, Y, y Murai, M. 2007. Selenium addition to colostrum increases immunoglobulin G absorption by newborn calves. J. Dairy Sci. 90:5665-5670.
- Kehoe, S.I., Jayarao, B.M., y Heinrichs, A.J. 2007. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania Dairy farms. J. Dairy Sci. 90(9): 4108-4116.
- Lacetera, N., Ronchi, B., Nardone, A., y Bernabucci, U. 1996. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. American journal of veterinary research. 57(12):1776-1780.
- Larson, B.L., Heary, H.L., y Devery, J.E. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. Journal Dairy of science. 63:665-671.
- Lawrence, C. 2004. Counting the cost of infertility. Revista Farmers Weekly. 141(4):16.
- Lim, C. y Kleisus, P.H. 2000. El papel de los minerales traza en la salud de los peces. Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. La Paz, B.C.S., México. Pág: 270-281.
- López, M., Miranda, M., Hernández, J., Castillo, C., y Benedito, J. 1997. Glutación peroxidasa (GSH-Px) en las patologías asociadas a deficiencia de selenio en rumiantes. Arch Med Vet. 29:171-180.
- Matamala Capponi, N. 2014. Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos. Tesis. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., y Morgan, C.A. 1999. Vitaminas y minerales. 5ta ed. Zaragoza: Editorial Acribia. Pág: 74-86.

- McDowell, L. R., Valle, G., Cristadi, P. A., Davis, O., Rosendo, y Wilkinson, N. S. 2002. Selenium availability and methods of selenium supplementation for grazing ruminants. Proc 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Department of Animal Science, University of Florida, Gainesville. pp.86-101
- McMartin, S., Godden, S., Metzger, L., Feirtag, J., Bey, R., Stabel, J., Goyal, S., Fetrow, J., Wells, S., y Chester-Jones, H. 2006. Heat treatment of bovine colostrum. I. Effects of temperatura on viscosity and immunoglobulin G level. J. Dairy Scie. 89: 2110-2118.
- Mechor, G.D., Grohn, Y.T., Van Saun, R.J. 1991. Effect of temperatura on colostrometer readings for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. J. Dairy Sci. 74: 3940-3943.
- Mehdi, Y. y Dufrasne, I. 2016. Selenium in cattle: A review. Revista molecules. 21: 1-14. www.mdpi.com/journal/molecules.
- Mella, C. 2003. Factores a considerar para el logro de una adecuada alimentación con calostro. Pág 9. En: Circular de extensión técnico ganadera N° 20 año MMIII. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias agrónomicas, Departamento de producción animal. Valdivia, Chile.
- Menares, A. C. M. 2011. Efecto del uso de calostro comercial sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein nacidos en invierno. Tesis. Universidad Austral de Chile.
- Meneses, A. Mora, O. Cedeño, D. 2012. Evaluación de tres métodos de suministro de calostro en terneras en Nariño, Colombia. Revista Investigación pecuaria. 1(1):71-78.
- Moran, J. 2012. Chapter 5: The importance of colostrum to newborn calves. Rearing Young stock on tropical diary farms in Asia. Página: 41-56. Csiro Publising. Collingwood, Australia.
- Morin, D.E., McCoy, G.C., y Hurley, W.L. 1997. Effect of quality, quantity, and timing of colostrum feeding and addition of a dried colostrum supplement on immunoglobulin G absorption in Holstein bull calves. Journal of Dairy Science. 80(4): 747-753.
- National Animal Health Monotoring System (NAHMS). 1993. Dairy heifer morbidity, mortality and health management practices focusing on preweaned heifer. In national dairy heifer evaluation Project. USDA: APHIS veterinary services, Ft. Collins, Colorado. Pág: 5-10.
- Neumann, J., Ceballos, A., Chihuailaf, R., Bohmwald, H., Sepúlveda, M., Wittwer, F y Quiroz, E. 2016. Efecto de la suplementación preparto con selenio levadura

- oral o selenato de bario parenteral en las concentraciones sanguíneas de selenio en vacas lecheras y sus crías. *Revista Med Vet* 48: 37-42.
- Nocek, J.E., Braund, D.G., Warner, R.G. 1984. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health, and serum protein. *Journal of Dairy Science*. 63(2):319-333.
- Nowak, W., Mikula, R., Kasprowicz-Potocka, M., Ignatowicz, M., Zachwieja, A., Paczynska, K. Y., Pecka, E. 2012. Effect of cow nutrition in the far-off period on colostrum quality and immune response of calves. *Bull Vet Inst Pulawy*. 56: 241-246, 2012.
- Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.
- Páez, F., Rincón, V., Fernández, M. y Sánchez-Hermosilla, J. 2012. Characterization of manual spray guns for phytosanitary treatment of protected horticultural crops. Typology and operational parameters. *International Conference Of Agricultural Engineering Cigr-Ageng*. Valencia, España.
- Piquer-Vidal, F.J. 1995. Micronutrientes e inmunidad. I. Microminerales. En: XI Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España. Pág: 5.
- Plaza, J. Martínez, Y. Ibalmea, R. 2009. Respuesta del uso eficiente del calostro en los terneros de una lechería. *Revista Cubana de ciencia agrícola*. 43(1): 15-18.
- Przybylska, J. Albera, E. y Kankofer, M. 2007. Antioxidants in bovine colostrum. *Reproduction in domestic animals* 42(4): 402-409.
- Quiroz Rocha, G.F. Bouda, J. Medina Cruz, M. Nuñez Ochoa, L. Yabuta Osorio, A.K. 1998. Impacto de la administración y la calidad del calostro sobre los niveles de inmunoglobulinas séricas en becerros. *Vet. Méx*. 29(2):161-166.
- Ramírez, L. R.G. 2017. Capítulo 12: Consumo voluntario de los rumiantes. *Principios de nutrición de rumiantes*. Editorial Palibrio. Bloomington, IN.
- Ramírez, B. E., Hernández, C. E., Hernández, C. L. M. y Tórtora, P. L. 2004. Efecto de un suplemento parenteral con selenito de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio. *Agrociencia* 38:43-51.
- Ravaglia, G., Forti, P., Maioli, F., Bastagli, L., Facchini, A., Mariani, E., Savarino, L., Sassi, S., Cucinotta, D. y Lenaz, G. 2000. Effect of micronutrient status on natural killer cell immune function in healthy free-living subjects aged ≥ 90 . *Am. J. Clin. Nutr.* 71: 590-598.

- Roa, I. Smok, S.C. Prieto, G.R. 2012. Placenta: Anatomía e histología comparada. *Revista Int. J. Morphol.* 30(4):1490-1496.
- Robblee, E.D. Erickson, P.S. Whitehouse, N.L. McLaughlin, A.M. Schwab, C.G. Rejman, J.J. y Rompala, R.E. 2003. Supplemental lactoferrin improves health and growth of Holstein calves during the preweaning phase. *J. Dairy Sci.* 86: 1458-1464
- Rocha Valdez, J. Gonzalez-Avalos, R. Ávila-Cisneros, R. Peña-Revuelta, B. Reyes-Romero, A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico veterinario.* 1:1-7.
- Rodríguez- Hernández, K. Salazar-Salazar, M.A. Nuñez, G. 2013. Producción y calidad en el primer y segundo ordeño posparto. *AGROFAZ.* 13(3)33-38.
- Rodríguez, H. K., González, A. R., Ochoa, M. E., Sánchez, D. J. y Núñez, H. O. 2012. Indicadores del proceso de crianza que afectan la eficiencia reproductiva en establos de la región lagunera. 12° Congreso Internacional De Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de La Comarca Lagunera. 15, 16 y 17 de noviembre. Torreón, Coahuila, México. 248-256.
- Sacadura, F.C. Robinson, P.H. Evans, Evans, E. y Lordelo, M. 2008. Effects of a ruminally protected B vitamin supplement on milk yield and composition of lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 144:111-124.
- Salazar-Salazar, M.A. Rodriguez-Hernández, K. Ochoa-Martínez, E. y Nuñez, G. 2019. La pasteurización del calostro no es suficiente para mantener la salud de becerras. *Revista Científica semestral. Ciencia e Innovación.* 2(2)119-132.
- Santschi, D.E. Berthiaume, R. Matte, J.J. Mustafa, A.F. y Girard, C.L. 2005. Fate of supplementary b-vitamins in the gastrointestinal tract of dairy cows. *Journal of dairy cows.* 88: 2043-2054.
- Shoshani, E. Rozen, S. y Doekest, J.J. 2014. Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status os Holstein cows. *Journal of Dairy Science.* 97(5)2909-2922.
- Smith, G.W. y Foster, D.M. 2007. Short communication: Absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed a colostrum replacer. *Journal of Dairy science.* 90(6): 2905-2908
- Spears, J. W. 2000. Micronutrients and immune function in cattle. *Proc. Nutr. Soc.* 59:587-594.
- Spears, J.W. y Weiss, W.P. 2008. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal.* 176: 70–76.

- Stewart, S. Godden, S. Bey, R. Rapnicki, P. Fetrow, J. Farnsworth, R. Scanlon, M. Arnold, Y. Clow, L. Mueller, K. y Ferrouillet, C. 2005. Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 88: 2571-2578.
- Street, B. E. A. 2000. Efecto de una dieta deficiente en selenio sobre la capacidad antioxidante y la magnitud del daño producido por el estrés oxidativo en vacas frisón negro. Universidad Austral de Chile. Tesis de Grado Lic. Valdivia, Chile
- Tizard, I. 2009. *Veterinary Immunology: An Introduction*. 8th Ed. Saunders Elsevier. Missouri, United States. Pág: 529.
- Tizard, I.R. 2009. Immunity in the fetus and newborn. In: *Veterinary immunology: An introduction*, 7th ed. Elsevier, Usa, pp. 221-233.
- Tizard, I.R. 2013. *Veterinary Immunology*. Novena Ed. Texas, Estados Unidos: Elsevier Saunders.
- Troya, F. X. y Córdova J.C. 2009. Relación de la transferencia de inmunidad pasiva en neonatos bovinos con las prácticas de manejo de madres y neonatos, en sistemas silvo pastorile, en tres parroquias de la provincia del Carchi. Tesis de pregrado. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.
- Vargas-Villalobos, O.A. Elizondo-Salazar, J.A. Noguera-Solera, L. 2014. Factores relacionados con la falla en transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de la lechería en la región central norte de Costa Rica. *Revista Nutrición Animal Tropical*. (8):68-79.
- Waldron, K.J. Rutherford, J.C. Ford, D. Robinson, N.J. 2009. Metalloproteins and metal sensing. *Revista Nature* (460):823-830.
- Waldron, M. 2013. Enhancing immunity and disease resistance of dairy cows through nutrition. *Animal Science Research Center, Division of Animal Sciences. University of Missouri-Columbia, USA*. Pág: 10.
- Wattiaux, M.A. 2000. Importancia de alimentar con calostro. Esenciales lecheras: Crianza de terneras y novillas. *Instituto Babcock*. (28): 109-112. Universidad de Winsconsin-Madison.
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., y Barrington, G.M. 2000. Passive transfer of colostrum immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.*14:569-577.
- Weber, G. 1995. Micronutrientes e inmunidad. II. Vitaminas. En: XI Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España. p 15.

- Weiss, W.P. Todhunter, D.A. Hogan, J.S. Smith, K.L. 1990. Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient Dairy Cows. *Journal Dairy of science*. 73(11)3187- 3194.
- Weiss, W.P. y Spears, J.W. 2006. Vitamin and trace mineral effects on immune function of ruminants. Editors: *Ruminant Physiology*. Wageningen Academic Publishers, Utrecht, The Netherlands. Pág: 473–496.
- Wells, S.J. Dargatz, D.A. Ott, S.L. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prevent. Vet. Med.* (29): 9-19.
- Yang, M. Zou, Y. Wu, Z.H. Li, S.L. Cao, Z.J. 2015. Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of Dairy science*. 98(10)7153-7163.
- Zago, G., Karina, I., García, F., María, Y., Di Bernardo, M., Vit, P., Luna, J.R. y Gualtieri, M. 2010. Determinación del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetría de óxido-reducción. *Rev. Inst. Nac. Hig.* 41(1):25-30.
- Zanker, I.A. Hammon, H.M. y Blum, J.W. 2000. Beta-carotene, retinol and alpha-tocopherol status in calves fed the first colostrum at 0-2, 6-7, 12-13 or 24-25 hours after birth. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*70: 305-310.
- Zarcula, S. Cernescu, H. Mircu, C. Tulcan, C. Morvay, A. Baul, S. Popovici, D. 2010. Influence of breed, parity and food intake on cheical composition of first colostrum in cow. *Scientific papers: Animal science and biotechnologies*. 43(1):154-157.
- Zaremba, W. Guterbock, W.M. y Holmberg, C.A. 1993. Efficacy of dried colostru poder in the prevention of disease in neonatal Holstein Calves. *Journal of Dairy science*. 76: 831-836.