

**EVALUACIÓN EN CAMPO DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO BUFALINO Y
TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA EN BUCERROS EN EL TRÓPICO
BAJO COLOMBIANO**

**ANDERSON ANDRES CASTILLO MERCADO
EDUAR ACOSTA GANDIA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS
BERÁSTEGUI
2022**

**EVALUACIÓN EN CAMPO DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO BUFALINO Y
TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA EN BUCERROS EN EL TRÓPICO
BAJO COLOMBIANO**

**ANDERSON ANDRES CASTILLO MERCADO
EDUAR ACOSTA GANDIA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Médico Veterinario Zootecnista**

DIRECTOR

**NICOLÁS ANTONIO MARTÍNEZ HUMANEZ
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA, M.Sc.**

CO- DIRECTOR

**ALFONSO CALDERÓN RANGEL
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA, Dr.**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS
BERÁSTEGUI**

2022

Nota de aceptación

Firma jurado 1

Firma jurado 2

DEDICATORIA

A Dios quién se merece toda gloria y toda honra, a mis padres que les debo todo lo que soy, a mis hermanos que amo con todo mi corazón, a mi amiga y segunda madre Herminia Negrete quién me acogió como a un hijo desde que llegue a tierras cordobesas y es testigo de todas mis luchas, a mi amigo Carlos Manuel Arvilla Ponce (QEPD) por enseñarme el verdadero valor de la amistad, a mi abuela Dolores Puentes quién es mi gran concejera de vida, a mis pastores Alberto y Rocio Oñate quienes son mis consejeros espirituales y a todas aquellas personas que siempre creyeron y confiaron en mí.

Anderson Andres Castillo Mercado

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía, sustento, amigo incondicional, por llenarme de fuerzas y por concederme la inteligencia y sabiduría para realizar todo lo que he emprendido

A mi madre María Concepción Mercado Puentes por ser mi super héroe, mi soporte, mi motor, mi amiga y a quién le debo el empuje y talante que me caracteriza

A mi padre Luis Antonio Castillo Gallardo por enseñarme el valor sobre lo bien hecho en todos los aspectos de la vida e inculcarme el amor hacia el estudio

A mi hermano Luis Aldair Castillo Mercado por ser mi ejemplo y por ayudarme en todo momento

A mi director de trabajo de grado el profesor Nicolás Martínez Humanez por su confianza, por ser ese segundo padre que la vida me concedió, por ser mi maestro, mi concejero y por apoyarme en todo momento

A mi codirector de trabajo de grado el profesor Alfonso Calderón Rangel por su disposición, colaboración, enseñanzas y entrega en esta investigación

A mi compañero de fórmula Eduar Acosta Gandia y su familia por la colaboración prestada durante el muestreo

A doña Claudia Roldán por su apoyo; y las empresas bufaleras Fortaleza, Porvenir, Garlema S.A. y Cuba por permitirnos llevar a cabo esta investigación

Al profesor Oscar David Vergara Garay por su colaboración oportuna en la parte estadística del trabajo

Al profesor José Alberto Cardona Álvarez por haber depositado en mí, un voto de confianza cuando más lo necesité y siempre motivarme a creer en mis capacidades

A la Universidad de Córdoba por formarme profesional y personalmente

A mis tías Maribel Castillo, Nelly Ozuna y Milena Ozuna por colaborarme en todo este proceso

Al mi maestro Mauricio Berrocal por sus enseñanzas y colaboración; y a las familias Rivero Ozuna y González López por tenderme la mano en plena pandemia

A mi amigo Jonathan Ribon por alentarme y creer en mí; y a todas las personas que de una u otra manera me colaboraron e hicieron participe de este proceso

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por todas y cada una de sus bendiciones, por mantener mi brújula siempre enfocada en el norte de mi camino, por cada paso que he dado en la vida y a cada persona conocida hasta el presente, donde cada una han dejado gratas experiencias y conocimientos. A mi madre por su gran aliento y consejos. A mi abuelo (QEPD) por su constante apoyo. A mi tía y tío que siempre han estado dándome energía. A mi abuela y su gran capacidad de darme motivación. A mi hermano y primas que incondicionalmente me han brindado su apoyo. A cada uno de mis profesores por todas sus asesorías y tutorías durante esta gran meta a cumplir.

Eduar Acosta Gandia

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su compañía y darme fuerza en cada acción y situación de adversidad y así poner la frente en alto

A mi madre Marlene Gandia Anaya por ser mi gran ejemplo, siendo ella padre y madre a su vez, por su convicción en superarse y sacarme adelante

A mi familia por siempre estar como soporte y apoyo incondicional, antes y durante mis estudios profesionales

A mi apreciado tutor MVZ Hamilton Escobar quién me brindó su confianza y con sus conocimientos en la formación

A mi director de trabajo de grado el profesor Nicolás Martínez Humanéz por la oportunidad de esta grata experiencia

A mi codirector de trabajo de grado el profesor Alfonso Calderón Rangel por su entrega para con el estudio y brindarnos sus conocimientos

A mi compañero de fórmula Anderson Andres Castillo Mercado por su voto de confianza al permitirme trabajar con él, a sus conocimientos y gran amistad

A las empresas bufaleras Fortaleza, Porvenir, teatro, Garlema S.A. y Cuba por permitirnos llevar a cabo esta investigación

Al profesor Oscar David Vergara Garay por su colaboración en la parte estadística del trabajo

A la Universidad de Córdoba por formarme profesional y personalmente

A nuestros colaboradores en el muestreo Jhon Ceballo, Ivan Velasquez, Alejandro Macea y Pedro Campos

A todas y cada una de las personas que creyeron en mí, por su apoyo y motivación

CONTENIDO

	Pág
NOTA DE ACEPTACIÓN	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
LISTA DE TABLAS	
LISTA DE FIGURAS	
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.1 Específicos	3
3. MARCO REFERENCIAL	4
3.1 El Búfalo: Origen, Género y Taxonomía	4
3.1.1 Género <i>Bubalus</i>	4
3.1.2 Difusión y razas	4
3.1.3 El búfalo en el mundo	6
3.1.4 El búfalo en Colombia	6
3.1.4.1 Llegada del búfalo a Colombia	7
3.1.4.2 Razas de búfalos en Colombia	8
3.2 EI CALOSTRO	9
3.2.1 Importancia del calostro	10
3.3 CALOSTRO COMO FUENTE DE INMUNIDAD EN BUCERROS	10
3.4 COMPOSICIÓN DEL CALOSTRO	11
3.4.1 Las inmunoglobulinas	13
3.4.1.1 Función de las inmunoglobulinas	14
3.5 SÍNTESIS DEL CALOSTRO	14
3.6 DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DEL CALOSTRO	17
3.7 PROBLEMAS PRODUCIDOS POR LA FTIP	21
3.8 CANTIDAD, MOMENTO Y FORMAS DE ADMINISTRAR EL CALOSTRO	22
3.8.1 Cantidad	22
3.8.2 Momento de administración	23
3.8.3 Formas de administración	23
3.9 CALIDAD DEL CALOSTRO	24
3.9.1 Factores asociados a la calidad del calostro	24
3.9.1.1 Raza	24
3.9.1.2 Número de lactancia	25
3.9.1.3 Temperatura ambiente	25
3.9.1.4 Volumen de calostro producido	25
3.9.1.5 Duración del período seco	25
3.9.1.6 Momento de colección del calostro	26
3.9.1.7 Vacunaciones previas al parto	26
3.9.1.8 Mezcla de calostros de diferentes vacas	26
3.9.1.9 Nutrición	26

3.9.1.10 Contaminación bacteriana del calostro	26
3.9.1.11 Otros factores	27
3.10 PRESERVACIÓN DEL CALOSTRO	27
3.11 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE INMUNOGLOBULINAS CALOSTRALES	28
3.11.1 Métodos directos	28
3.11.1.1 Ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (Elisa)	28
3.11.1.2 Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS)	29
3.11.1.3 Ensayo de inmunodifusión radial o Radio inmunodifusión (RID)	29
3.11.2 Métodos indirectos	29
3.11.2.1 El calostrómetro	29
3.11.2.2 El refractómetro grados Brix	30
3.11.3 Correlación entre RID y los métodos indirectos	31
3.11.4 Correlación entre métodos indirectos	31
3.12 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA EN BUCERROS	32
3.12.1 Proteínas totales	32
3.12.2 Prueba de turbidez	33
3.12.2.1 Prueba de turbidez Sulfito de sodio	33
3.12.2.2 Prueba de turbidez sulfato de zinc	33
3.12.3 α -Glutamyltransferasa (GGT)	33
3.12.4 Prueba de coagulación de sangre completa de glutaraldehído	33
4. MATERIALES Y MÉTODOS	35
4.1 TIPO DE ESTUDIO	35
4.2 LOCALIZACIÓN	35
4.3 TIPO DE MUESTREO Y CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LAS MUESTRAS	35
4.4 TOMA DE MUESTRAS	36
4.5 TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	36
4.6 PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO Y LA TRANSFERENCIA DE LA INMUNIDAD PASIVA	37
4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
4.8 ASPECTOS ÉTICOS	39
5. RESULTADOS	40
5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO	40
5.1.1 Calostrómetro	40
5.1.2 Refractómetro grados Brix	41
5.2 CONCORDANCIA ENTRE AMBOS MÉTODOS A TRAVÉS DEL TEST EXACTO DE FISHER Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN SPEARMAN	41
5.3 Correlación entre el número de partos y la calidad calostrál medida con ambos métodos	42
5.4 Correlación entre número de ordeño y la calidad calostrál medida con ambos métodos	44

5.5 Análisis de varianza entre las empresas bufaleras	45
5.6 Análisis de varianza entre las razas del estudio	48
5.7 Análisis descriptivo de la PIT	48
5.8 Correlación entre Brix sérico y ambos métodos de medición	48
5.9 Análisis de varianza entre valor de suero de bucerro(a)s y las empresas bufaleras	49
5.10 Análisis de varianza de otras variables estudiadas en los bucerros	51
6. DISCUSIÓN	52
7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	62
9. BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Principales razas de búfalos en el mundo	5
Tabla 3.2 Composición del calostro y leche bufalina	9
Tabla 3.3 Estimación de las necesidades de IgG para una ternera de 40 kg	22
Tabla 3.4 Porcentaje de absorción de Igs según la edad del ternero	23
Tabla 3.5 Diferente concentración de IgG calostrál dependiendo de la calidad	24
Tabla 4.1 Ubicación geográfica de las 4 empresas bufaleras muestreas	35
Tabla 4.2 Grupos evaluados	35
Tabla 4.3 Frecuencia de ordeños	36
Tabla 5.1 Tabla de independencia entre las clasificaciones obtenidas por calostrómetro y refractómetro grados Brix	42
Tabla 5.2 Tabla de independencia entre la variable número de partos y los datos obtenidos por el calostrómetro	43
Tabla 5.3 Tabla de independencia entre la variable número de partos y los datos obtenidos por el refractómetro	43
Tabla 5.4 Análisis de varianza entre el número de partos y gravedad específica (g/ml) medida por calostrómetro	44
Tabla 5.5 Análisis de varianza entre el número de partos y grados Brix (%) medido por refractómetro	44
Tabla 5.6 Análisis de varianza entre el número de ordeños y gravedad específica (g/ml) medida con calostrómetro	45
Tabla 5.7 Análisis de varianza entre el número de ordeño y grados Brix (%) medido con refractómetro	45
Tabla 5.8 Análisis de varianza entre las bufaleras con el calostrómetro	46
Tabla 5.9 Análisis de varianza entre las bufaleras con el refractómetro	46
Tabla 5.10 Tabla de independencia entre las bufaleras, con respecto al calostrómetro	47
Tabla 5.11 Tabla de independencia entre las bufaleras, con respecto al refractómetro	47
Tabla 5.12 Proteína sérica totales en bucerros	48
Tabla 5.13 Coeficientes de correlación Spearman entre los Brix séricos y los Brix calostrales	49
Tabla 5.14 Coeficientes de correlación Spearman entre los Brix séricos y la gravedad específica calostrál	49
Tabla 5.15 Tabla de independencia entre las bufaleras y la PIT	50
Tabla 5.16 Análisis de varianza de los grados Brix séricos de cada bufalera	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Fenómeno de transcitosis de IgG e IgA.	17
Figura 3.2 Paso del calostro a través del surco reticular hacia el abomaso, separación de la IgG y posterior paso al intestino.	19
Figura 3.3 Absorción de la IgG e IgA del calostro en el intestino delgado.	20
Figura 5.1 Distribución de las gravedades específicas obtenidas de 64 muestras de calostros en 4 bufaleras del trópico bajo colombiano a través de calostrómetro.	40
Figura 5.2 Distribución de los grados Brix obtenidos de 64 muestras de calostros en 4 bufaleras del trópico bajo colombiano a través de refractómetro grados Brix.	41

RESUMEN.

En bucerros al igual que en terneros el calostro brinda protección inmune durante las primeras semanas de vida, debido a las inmunoglobulinas presentes en este, que disminuyen el riesgo de morbilidad y mortalidad. En Colombia no existe información disponible de la calidad del calostro en búfalas, ni de la inmunidad pasiva en bucerros. El objetivo fue evaluar en campo la calidad del calostro bufalino y la transferencia de inmunidad pasiva en bucerros en el trópico bajo colombiano. Mediante un estudio descriptivo y un muestreo no probabilístico en 4 empresas bufaleras localizadas en Córdoba (Colombia), se recolectaron muestras de calostro del primero, segundo, tercero y cuarto ordeño de 64 búfalas y una muestra de sangre de sus crías, para la determinación de la calidad calostrual mediante calostrómetro y refractómetro; y la transferencia de inmunidad pasiva mediante refractómetro. Las variables se analizaron mediante estadística descriptiva. De un total de 64 muestras de calostro evaluadas por calostrómetro, 64.06% fueron de buena calidad 28.13% de mediana calidad y 7.81% de mala calidad; y por el refractómetro el 39.06% fueron de buena calidad 20.31% de mediana calidad y 40.63% de mala calidad. La correlación entre las lecturas realizadas al calostro por parte del calostrómetro y refractómetro fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$). No hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre la calidad del calostro obtenido de búfalas de primer parto y búfalas múltiparas. Se encontró una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre el número de ordeños (4) realizados a través del tiempo y la calidad calostrual medida por calostrómetro y refractómetro. No hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) en la calidad calostrual obtenida por calostrómetro y refractómetro de las distintas empresas bufaleras. No hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre la calidad calostrual medida a cada raza del estudio. El 92.19% de los bucerros no presentaron fallas en la transferencia de inmunidad pasiva. No se encontró correlación significativa ($P > 0.05$) entre las lecturas realizadas al calostro por parte del calostrómetro y al suero por refractómetro. La correlación entre las lecturas realizadas al calostro y al suero por parte del refractómetro fueron estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$). La transferencia de inmunidad pasiva no varió ($P > 0.05$) entre bucerros de diferente sexo, así como tampoco difirió ($P > 0.05$) en bucerros nacidos de búfalas de 1 o más partos. La ingesta de calostro constituye la mejor herramienta y la más barata para mejorar los procesos de cría en bucerros, ayudando a disminuir la mortalidad y afecciones como diarreas, cólicos, deshidrataciones, neumonías, entre otros. El uso de calostrómetro y refractómetro en búfalas no han sido descritos como evaluadores de la calidad calostrual, como tampoco la PIT en bucerros en América y su adopción depende del criterio económico y la capacitación del personal. La lectura de las PST por medio del refractómetro se ve afectada por enfermedades neonatales. El calostrómetro o refractómetro pueden ser usados como instrumentos para el manejo del calostro en las distintas empresas bufaleras.

Palabras claves: Búfalas, calostrómetro, refractómetro, proteínas séricas totales, transferencia de inmunidad pasiva.

ABSTRACT.

In buffalo calves, as in calves, colostrum provides immune protection during the first weeks of life, due to the immunoglobulins present in it, which reduce the risk of morbidity and mortality. In Colombia there is no information available on the quality of colostrum in buffaloes, or on passive immunity in buffalo calves. The objective was to evaluate in the field the quality of buffalo colostrum and the transfer of passive immunity in buffalo calves in the lower colombian tropics. Through a descriptive study and a non-probabilistic sampling in 4 buffalo companies located in Córdoba (Colombia), colostrum samples were collected from the first, second, third and fourth milking of 64 buffaloes and a blood sample from their calves, for the determination of colostrum quality by colostrometer and refractometer; and passive immunity transfer by refractometer. The variables were analyzed using descriptive statistics. Of a total of 64 colostrum samples evaluated by colostrometer, 64.06% were of good quality, 28.13% of medium quality and 7.81% of poor quality; and by the refractometer, 39.06% were of good quality, 20.31% of medium quality and 40.63% of poor quality. The correlation between the colostrum readings made by the colostrometer and refractometer were highly significant ($P \leq 0.01$). There was no statistically significant difference ($P > 0.05$) between the quality of colostrum obtained from first calving buffaloes and multiparous buffaloes. A highly significant difference ($P \leq 0.01$) was found between the number of milkings (4) performed over time and the colostrum quality measured by colostrometer and refractometer. There was no statistically significant difference ($P > 0.05$) in the colostrum quality obtained by colostrometer and refractometer from the different buffalo companies. There was no statistically significant difference ($P > 0.05$) between the colostrum quality measured in each race of the study. 92.19% of the buffalo calves did not show failures in the transfer of passive immunity. No significant correlation ($P > 0.05$) was found between colostrum readings by colostrometer and serum by refractometer. The correlation between the readings of colostrum and serum by the refractometer were statistically significant ($P \leq 0.05$). Passive immunity transfer did not vary ($P > 0.05$) between buffalo calves of different sex, nor did it differ ($P > 0.05$) in calves born to buffaloes of 1 or more calving. The intake of colostrum is the best and cheapest tool to improve the breeding processes in buffalo calves, helping to reduce mortality and conditions such as diarrhea, colic, dehydration, pneumonia, among others. The use of colostrometers and refractometers in buffaloes have not been described as evaluators of colostrum quality, nor has PIT in buffalo calves in America and their adoption depends on economic criteria and the training of personnel. The reading of the PST by means of the refractometer is affected by neonatal diseases. The colostrometer or refractometer can be used as instruments for the management of colostrum in the different buffalo companies.

Key words: Buffaloes, colostrometer, refractometer, total serum proteins, passive immunity transfer.

1. INTRODUCCIÓN.

La placenta de los rumiantes previene la transferencia de inmunoglobulinas (Igs) séricas de la madre al feto, adicionalmente, el sistema inmune del neonato es inmaduro e incapaz de producir suficientes Igs para combatir infecciones; por ende, la ingestión de calostro para los rumiantes recién nacidos es de vital importancia, ya que es la vía por medio de la cual ellos obtienen los anticuerpos (Acs) maternos (inmunidad pasiva) hasta que su propio sistema inmune llegue a ser completamente funcional (1,2,3).

Son muchos los factores que pueden influir sobre la concentración de Igs en el calostro de los bovinos, entre ellos están; la raza, el número de parto, la vacunación y la duración del período seco (4,5,6). Por otro lado, el manejo que existe del calostro en las empresas ganaderas no es el adecuado, donde años tras años se vienen cometiendo los mismos errores, ya sea por falta de capacitación o conocimiento de la importancia que tiene este sobre el desempeño individual del animal. La falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) es el término utilizado para referirse a una deficiencia en el paso de las Igs del calostro a la buche(o) (2).

En Latinoamérica, Colombia representa uno de los países donde más está creciendo la producción bufalina, y según la Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos (ACB), ocupa el tercer puesto en inventario animal después de Brasil y Venezuela (7); por ende, se hace necesario la investigación de diferentes instrumentos que ayuden a minimizar los riesgos de morbilidad y mortalidad en bucheos por falta del consumo de calostro de buena calidad, y así mejorar la salud y productividad de los animales.

Para lograr una adecuada transferencia de inmunidad pasiva en bucheos es necesario combinar tres factores fundamentales: el tiempo, la cantidad y la calidad

del calostro a suministrar (2). El tiempo de consumo de calostro es muy importante, ya que la absorción de macromoléculas por parte de las células intestinales va disminuyendo progresivamente hasta las 24 horas (hrs) de vida (8); por lo tanto, es recomendable administrar el 10% del peso vivo en calostro dentro de las primeras dos a cuatro hrs de vida (3). La calidad calostrual está determinada por la concentración de inmunoglobulina G (IgG), de esta forma, un calostro de buena calidad debe contener por lo menos 50 mg/ml de IgG (8,9,10,11). La transferencia exitosa de inmunidad en bucerros se alcanza cuando la concentración de PST (proteínas séricas totales) es mayor o igual a 5,5 g/dl (2).

Existen dos técnicas de campo que permiten evaluar la calidad del calostro, son consideradas fáciles, rápidas y económicas. El calostrómetro permite evaluar la concentración de Igs en relación a la gravedad específica del calostro (12), por su parte, el refractómetro grados Brix mide la cantidad de luz que refracta al traspasar una muestra de líquido, mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor va a ser la refracción de la trayectoria de la luz (3).

Pese a conocer su importancia; en Colombia no existe información científica disponible respecto a la calidad del calostro producido por búfalas, ni sobre la adquisición de inmunidad pasiva en bucerros. Teniendo en cuenta el crecimiento de la producción bufalina en Colombia y su importancia en el sector pecuario, la finalidad de este trabajo es desarrollar herramientas en terreno que puedan evaluar la calidad de calostro en búfalas y la transferencia de inmunidad pasiva a sus bucerros, con el objeto de establecer parámetros y estrategias de manejo de amigable aplicación y adopción por parte de los productores.

2. OBJETIVOS.

2.1. General

Evaluar en campo la calidad del calostro bufalino y la transferencia de inmunidad pasiva en bucerros en el trópico bajo colombiano.

2.2. Específicos

2.2.1. Asociar la calidad del calostro obtenida con cada método de medición, con relación al número de partos, número de ordeños, empresa bufalera y raza.

2.2.2. Determinar la correlación entre los valores obtenidos por calostrómetro y refractómetro.

2.2.3. Determinar el estado inmunológico de los bucerros post ingesta del calostro, y asociarlo a los resultados arrojados por cada instrumento.

2.2.4. Relacionar la transferencia de inmunidad pasiva con el sexo, parto de búfala y empresa bufalera.

3. MARCO REFERENCIAL.

3.1 El Búfalo: Origen, Género y Taxonomía.

Estos animales tienen su origen en el Norte de India, sur de China y Pakistán; fueron las civilizaciones que habitaban en los márgenes del río Tigris, Éufrates, Indus y Yangtsé las primeras en domesticar esta especie. El búfalo doméstico es descendiente lineal del *Bubalus paleindicus* del período Plioceno, y del búfalo salvaje *Bubalus arnee* de Mesopotamia respectivamente. Se ha estimado que fueron domesticados tanto en la India como en el Medio Oriente alrededor de 6.000 años antes de cristo (A.C.) (13,14); al mismo tiempo, se maneja la teoría que el búfalo está al servicio del hombre desde hace 2.500 a 2.100 años A.C. (14).

3.1.1 Género *Bubalus*. Dentro de este género, las especies que existen actualmente son: *Bubalus arnee* o *arni* y su descendiente doméstico, el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), otras especies son el Anoa (*Bubalus depressicornis*) y el Tamarao (*Bubalus mindorensis*) (14); Dos especies de este género están presentes en la India: El *Bubalus arnee* o búfalo salvaje y *Bubalus bubalis* que incluye el búfalo de río, y búfalo de pantano, cuyos cariotipos correspondientes son: $2n=50$ para el de río y $2n=48$ para el de pantano respectivamente (13).

La especie *Bubalis* o búfalo de agua se clasifica en dos subespecies; el búfalo de río (*Bubalus bubalis bubalis*) y el búfalo de pantano (*Bubalus bubalis karebau*). El *Bubalus bubalis*, también denominado búfalo doméstico posee un número menor de cromosomas comparado con el bovino (50 vs 60), lo cual hace incompatible el cruzamiento, al búfalo de río tener 50 pares cromosomas y el de pantano 48, hace viable su cruzamiento (7,15).

3.1.2 Difusión y razas. Antiguamente vivían principalmente en Asia; en Pakistán, India, Sri Lanka, Birmania, Filipinas, Tailandia, Malasia e Indochina (14). Con el pasar del tiempo fueron llevados primero a África, luego a Europa, a Oceanía y

posteriormente a América (16). A Italia llegaron 600 A.C. procedentes de la India, a Bulgaria llegaron en el año 705 procedentes de la India y Pakistán; se reporta que en 814 A.C. prisioneros Bizantinos fueron cambiados por búfalos. En 1895 llegan a Brasil búfalos Carabao procedentes de la Guyana Francesa, a Argentina llegan búfalos entre los años 1900 y 1920, procedentes del norte de Brasil, Italia y Rumania. Llegan a Australia en 1826 de Timor y de las islas orientales holandesas; a finales de 1800 llegan a Trinidad y Tobago procedentes de la India. En 1920 llegan a Venezuela procedentes de Trinidad y Tobago (14).

El mayor desarrollo del búfalo de agua se dio en la India y Pakistán y se conoce como “búfalo indio”, criado y seleccionado originando razas lecheras de muy buen desempeño, luego en otros países del mundo se formaron otras razas, algunas cruzadas con el Carabao y el *Bubalus arnee* o *arni* (14).

Tabla 3.1 Principales razas de búfalos en el mundo.

REGIÓN-PAÍS	GRUPO	RAZAS
Nordeste de India y Pakistán	Murrah	Murrah, Nili Ravi, Kundi
Estado de Gujarat		Jaffarabadi, Surti, Mehsana, Pandharpuri, Manda, Jerangi, Kalahandi, Sambalpur
Uttar Pradesh		Bhadawari, Tharai
Sur de la India		Toda, South Kanara
Trinidad y Tobago		Bufalypso
Filipinas, Tailandia, Indonesia, Malasia		Carabao
Italia		Mediterráneo
Bulgaria		Murrah búlgaro

Fuente: ACB, 2016.

Las razas bubalinas son 19 si se incluye como raza a un tipo diferente (subespecie), el búfalo de Pantano, Swamp Buffalo o Carabao, destinado principalmente a trabajo y en segundo término para carne, las 18 razas restantes se utilizan para leche, carne y también para trabajo, que son los búfalos de río; de las cuales 16 se definen como tal en el subcontinente Indo-Pakistaní y constituyen el 20% de la población bubalina

de esa región el otro 80% restante es el “Desi” o búfalo de cruzamiento indefinido (17). De todas las razas, las de mayor importancia económica en el mundo son la Murrah, Jaffarabadi, Carabao, Nili Ravi, Surti y Mediterráneo (14).

3.1.3 El búfalo en el mundo. Los búfalos de río constituyen aproximadamente el 70% de la población mundial de búfalos de agua. La leche de búfalo de río representa una parte sustancial del total de la producción lechera en la India y Pakistán; también es importante en el Cercano Oriente. Las búfalas de río generalmente producen entre 1500 y 4500 litros de leche por lactancia; tienen una vida productiva considerablemente mayor que la del ganado vacuno, puesto que proporcionan crías y leche hasta después de los 20 años de edad. En los últimos años, especialmente en Bulgaria, China, Egipto, India y Pakistán, diferentes programas de cría han intentado mejorar el rendimiento lechero de la búfala de río (14,15).

La población mundial de búfalos de agua es alrededor de 207 millones de cabezas; en donde Asia posee más del 97% de estas, África el 2%, particularmente en Egipto; América del Sur un 0.7% y Australia y Europa menos del 0.2%. Los países con la mayor cantidad de búfalas lecheras son la India, Pakistán, China, Egipto y Nepal. En Pakistán, Egipto y Nepal hay más búfalas lecheras que vacas lecheras. Las búfalas de agua son la principal fuente de leche en Asia meridional. Los mayores productores de leche de búfala de agua son la India y Pakistán, donde las búfalas producen más leche que el ganado vacuno (15).

3.1.4 El búfalo en Colombia. La producción bufalina ha tenido mucho auge en los últimos años debido a su rentabilidad, viabilidad y adaptación al trópico bajo colombiano; también, a su capacidad de brindar carne, leche y trabajo (7).

El inventario bufalino nacional se estimó en 414.637 animales distribuidos en 5.174 predios, ubicados principalmente en los departamentos de Córdoba (21.4%),

Antioquia (13.3%), Santander (13.1%), Magdalena (10.6%), Bolívar (8.6%), Sucre (8.4%), Cesar (4.7%), Caquetá (4.2%), Meta (2.8%), y Casanare (2.5%), indicando que el 89.7% de la población de búfalos está distribuida para 2021 en estos 10 departamentos, de acuerdo con el censo realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (18).

De los 5.174 predios con presencia de búfalos en el país, el 72.1% se encuentran mayoritariamente en los departamentos de Santander (14.4%), Caquetá (9.1%), Antioquia (8.6%), Bolívar (6.9%), Córdoba (6.8%), Magdalena (5.5%), Meta (5.4%), Cundinamarca (5.3%), Cesar (5.2) y Arauca (4.9%) (18).

3.1.4.1 Llegada del búfalo a Colombia. En 1967 el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA) importa de Trinidad y Tobago 30 hembras, tres reproductores y cinco bueyes-guías; llegaron al bajo Calima municipio de Buenaventura (Valle del Cauca), luego parte de este rebaño se trasladó a Guapi en la costa del Océano Pacífico. En 1970 el fondo ganadero de Risaralda realiza una segunda importación de Trinidad y Tobago, 110 hembras de levante, para ese momento ya en Colombia había más de 380 búfalos. En 1977 el fondo ganadero de Caldas vende a la secretaria de agricultura de Santander 16 hembras y tres machos; ese mismo año inexplicablemente el INCORA abandona el programa de búfalos, por fortuna el fondo ganadero de Caldas rescata parte del hato, y lo traslada a la Dorada (Caldas), donde promueve el inicio de la cría y el desarrollo del búfalo (14).

En 1982 en Puerto Wilches se celebra la primera feria de búfalos en Colombia. En 1988 el fondo ganadero de Caldas envía para Yopal (Casanare) 27 búfalos (14).

Entre los años 1990 y 1994, el fondo ganadero de Caldas y un grupo de criadores de búfalos importaron de Venezuela 3.000 búfalos, en su gran mayoría hembras y pocos toros, estos búfalos se dispersaron por todo el país: Llanos Orientales, Barrancabermeja (Santander), Mompox (Bolívar), Tierralta, Lórica, Buenavista y

Pueblo Nuevo (Córdoba), La Dorada (Caldas), Puerto Salgar (Cundinamarca), Puerto Berrío y Yondó (Antioquia), Puerto López (Meta). A partir del año 2002 llegaron desde Brasil búfalos de la raza Murrah (14).

3.1.4.2 Razas de búfalos en Colombia. Trinidad y Tobago importó búfalos de la India a finales del siglo XIX, llegaron búfalos de las razas Murrah, Nili Ravi, Jaffarabadi, Surti, Nagpuri y Bhadawari; ante la necesidad de un búfalo fuerte, buen productor de carne y para el transporte de la caña de azúcar, la empresa azucarera Sugar Caroni Ltd. y una universidad crearon el Bufalypso o búfalo Trinitario que es una mezcla de las razas que habían llegado de la India entre 1910 y 1930. El Dr. Stephen Bennett es considerado el precursor del desarrollo y mejoramiento de la raza trinitaria o Bufalypso (14).

En 1920 Venezuela importa búfalos de Trinidad y Tobago, así mismos búfalos de pantano de Australia. Entre las décadas 1960 y 1970 Venezuela efectúa las importaciones más importantes, de Italia búfalos Mediterráneo y de Bulgaria Murrah búlgaro (en 1974 Bulgaria importó de la India búfalos Murrah, Surti, Jaffarabadi y Nili Ravi, los cuales cruzó con el Mediterráneo obteniendo el Murrah búlgaro: 75% Murrah y 25% Mediterráneo). Entre 1994 y 1997 se importan de Venezuela búfalos Murrah búlgaro, Mediterráneo y Bufalypso. Estos búfalos no fueron manejados adecuadamente en Colombia en lo referente a genealogía, pues eran búfalos con una mezcla de todas estas razas; así lo reconoció Namjoshi Mohan en 1999 traído por la FAO desde la India; “En Colombia no hay razas puras, hay animales con mezcla base Mediterráneo, base Murrah, base Jaffarabadi, base Surti, base Nili Ravi y Bufalypso” (14).

A partir del año 2001 se traen de Venezuela búfalos y toros Murrah búlgaro de un criador que controla genealogía, en el 2002 se importa desde Brasil semen y búfalos Murrah puras de origen indio y desde Italia semen de raza Mediterráneo. Actualmente se conservan núcleos puros de Murrah traídos de Brasil y de Murrah

búlgaro traído de Venezuela, más el gran porcentaje de nuestros búfalos es un mestizaje de Bufalyпсо, Murrah búlgaro y Mediterráneo. Varios criadores hacen absorción hacia la raza mediterránea con semen y transferencia de embriones (14).

3.2 EI CALOSTRO.

El calostro es la primera secreción láctea obtenida de la glándula mamaria después del parto (12,19,20), siendo así la primera fuente de nutrientes para el recién nacido, además, de ser una fuente importante de Igs o anticuerpos, cuya absorción es esencial para proteger a los neonatos contra infecciones entéricas, las cuáles son la razón principal de mortalidad durante las primeras semanas de vida (20,21); se diferencia de la leche por su composición química, propiedades físicas y función (22). La leche que es secretada luego de las 24 horas o entre el segundo y octavo ordeño es denominada “leche de transición”, y ya no cuenta con las mismas características del calostro, debido a que la cantidad de sólidos totales (ST) disminuye progresivamente (3).

Tabla 3.2 Composición del calostro y leche bufalina.

COMPONENTES (%)	Calostro	Leche entera
Sólidos totales	32.00	17.96
Grasa	15.00	7.64
Proteína	13.60	4.36
Lactosa	3.10	4.83
Minerales	-----	0.85
Vit A, UI/ml	-----	90.35

Fuente: (7,23).

La lactosa es el único componente que se encuentra en menor porcentaje en el calostro que en la leche entera, esto debido a una baja actividad enzimática en las primeras horas de vida, evitando de esta manera la incidencia de diarreas en terneros por intolerancia (3).

3.2.1 Importancia del calostro. En bucerros al igual que terneros el calostro brinda protección inmune durante las primeras semanas de vida, debido a las Igs presentes en este; disminuyendo el riesgo de morbilidad y mortalidad (2,24,25). Adicionalmente, estimula el desarrollo del sistema gastrointestinal, favoreciendo la eliminación del meconio (materia fecal fetal) y el establecimiento de los movimientos intestinales normales gracias a su elevado contenido de sales de magnesio, además de ser fundamental para el proceso de termogénesis en las primeras horas de vida (3,26).

El calostro contribuye en la vida productiva del animal, mejorando la ganancia diaria de peso, la eficiencia alimentaria, reduciendo la edad al primer parto, mejorando la producción durante la primera y segunda lactancia, y disminuyendo la probabilidad de descarte durante la primera lactancia (5,25). El calostro es la herramienta más económica y simple para mejorar el proceso de crianza en terneras (27). La mortalidad de las terneras en la primera etapa de vida se relaciona a tres factores: la cantidad, la calidad y la rapidez en el consumo de calostro (3).

El eslabón principal para un buen programa de crecimiento y desarrollo de terneras en cualquier plantel lechero es una adecuada alimentación y manejo del calostro (19). Se ha señalado que el calostro produce un recubrimiento con lactoferrina en la pared interna del intestino, debido a sus propiedades antimicrobianas protege de bacterias patógenas externas que entren al conducto intestinal, y además favorece el desarrollo de una flora intestinal beneficiosa (21). Cuando los terneros recién nacidos son alimentados con calostro de buena calidad, los Acs son absorbidos a través del intestino que se encuentra permeable; ellos ayudan a combatir las infecciones e incrementan la posibilidad de supervivencia (8).

3.3 CALOSTRO COMO FUENTE DE INMUNIDAD EN BUCERROS.

La transferencia de inmunidad pasiva (PIT) es el proceso fisiológico que permite a los rumiantes adquirir inmunidad por medio de la absorción de Igs en el intestino en

las primeras horas de vida. La placenta epiteliocorial cotiledonar (sindesmocorial) de los rumiantes mantiene separados los componentes maternos y fetales, lo que incapacita la transferencia sanguínea de inmunidad desde la madre hacia el feto durante la preñez, generándose una barrera (sincitio) entre los dos para macromoléculas, que no pasan al flujo sanguíneo de la cría (10,28); acompañado de esto, el sistema inmune de los bucerros al nacer es inmaduro e incapaz de producir suficientes Igs para combatir infecciones (2,6,29); por lo tanto, el neonato nace agamaglobulinémico o hipogamaglobulinémico, y depende de la transferencia pasiva de Igs maternas presentes en el calostro para obtener una adecuada protección durante las primeras 4 a 6 semanas de vida (6,9,30).

En bucerros al igual que terneros, la absorción intestinal de proteínas calostrales disminuye considerablemente con el tiempo hasta las 24 horas de vida, por lo que asegurar un consumo oportuno de calostro es de gran importancia para que los bucerros puedan obtener una adecuada PIT (29). La falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) es el término utilizado para referirse a una deficiencia en el paso de las Igs calostrales a la bucerro(o), por ende, una concentración inadecuada en el torrente sanguíneo de las mismas (2). La FTIP no es una enfermedad, sino una condición que predispone al recién nacido al desarrollo de enfermedades que le puedan causar la muerte (1,21).

Bucerros que logran una adecuada inmunidad pasiva pueden mejorar los índices de crecimiento durante los primeros tres meses de edad (2). Neonatos con FTIP son más susceptibles a enfermedades infecciosas, tienen tasas de morbilidad y mortalidad más altas, así como diarreas y enfermedades respiratorias (29).

3.4 COMPOSICIÓN DEL CALOSTRO.

El calostro bovino es una mezcla de secreciones lácteas y componentes sanguíneos, como Igs y otras proteínas séricas que se acumulan en la glándula mamaria en el periodo seco durante el parto; este proceso de acumulación de

sustancias comienza gracias a la acción de hormonas lactogénicas, como la prolactina, y se detiene bruscamente al momento del parto (3).

El calostro contiene principalmente tres tipos de Igs: IgG, IgM y IgA (19); más de 1×10^6 células/ml de leucocitos maternos inmunológicamente activos, incluyendo principalmente macrófagos, que comprenden del 40 al 50% de los leucocitos calostrales, los restantes son linfocitos (22 a 25%) y neutrófilos (25 a 37%) (11). El calostro además contiene citoquinas, hormonas (insulina y cortisol), factores de crecimiento (factor de crecimiento 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). Provee vitaminas liposolubles (A, D y E) y sales minerales con alto contenido de calcio, magnesio y fósforo. (1,3,19,27).

Los leucocitos calostrales liberan citoquinas que mejoran la respuesta de los linfocitos a agentes no específicos y estimulan la inmunidad humoral, aumentando la fagocitosis y la capacidad de matar bacterias. El calostro también contiene una serie de factores antimicrobianos como la proteína antimicrobiana de unión al hierro llamada lactoferrina, la enzima antibacteriana lactoperoxidasa, la lisozima enzimática antibacteriana y lítica, los oligosacáridos y péptidos antimicrobianos (defensinas) (11). El factor de crecimiento insulinoide tipo I (IGF-I) puede ser un regulador clave en el desarrollo del tracto gastrointestinal de neonatos bovinos, estimulando el crecimiento de la mucosa, de las vellosidades intestinales y aumentando la absorción de glucosa; favoreciendo el crecimiento del recién nacido (9,31)

El calostro suministra las vitaminas A, D y E las cuales no atraviesan la placenta en cantidades significativas; estas, junto a proteínas como la lactoferrina (LF) estimulan

la proliferación de células epiteliales en el intestino delgado de terneros (21). Los oligosacáridos presentes en el calostro pueden proporcionar protección contra los patógenos actuando como inhibidores competitivos de los sitios de unión en las superficies epiteliales del intestino, también ayudan en el desarrollo de la flora intestinal al actuar como prebiótico (32).

La lisozima es una muramidasa, es decir que actúa sobre la mureína que forma a la pared celular de las bacterias (33). La lactoperoxidasa puede oxidar los iones de tiocianato hasta productos bacteriostáticos que hacen posible la muerte directa de bacterias y tiene una función bactericida cuando todos los componentes del tracto digestivo están disponibles. La lactoferrina compite con las bacterias por el hierro, de modo que impide que los organismos dispongan de él para su desarrollo e inhibe su crecimiento (21).

3.4.1 Las inmunoglobulinas.

Son moléculas con capacidad de unirse en forma específica a otra molécula o proteína llamada antígeno; son glicoproteínas con forma de “Y” producidas por las células plasmáticas en respuesta a un estímulo antigénico (34). También llamadas Acs, son proteínas que tienen como función la identificación y destrucción de patógenos en los animales (1). Las Igs del calostro, leche y sangre son homólogas, hay 5 Igs en la secreción de mamíferos clasificadas en base a sus estructuras y actividades biológicas a saber: IgA, IgD, IgE, IgG e IgM; el calostro bovino contiene sólo la IgG, IgA e IgM. La IgE y IgD están presentes en trazas (10). Las Igs son las encargadas de dar al recién nacido la inmunidad pasiva que le permitirá sobrevivir a posibles infecciones o enfermedades que ocurren en la primera etapa de vida (27). En el calostro de búfalo las Igs de mayor importancia, son la IgG (86%), IgA (8%) y IgM (6%), estas Igs son de tamaño y configuración molecular diferente (6). La IgG tiene dos subclases: IgG1 (80% a 90%) y IgG2 (10% a 20%) del total de IgG (1,27,28).

La diferencia entre las distintas clases o isotipos de Igs radica en las propiedades antigénicas y estructurales de las cadenas pesadas (H): alfa (α), delta (δ), épsilon (ϵ), gamma (γ) y mu (μ) (33,34).

3.4.1.1 Función de las inmunoglobulinas. Las Igs trabajan juntas para proporcionar al neonato la inmunidad pasiva (inmunidad proporcionada por la madre y no sintetizada por la cría) hasta que se desarrolla la inmunidad activa propia del ternero (8). La inmunoglobulina presente en mayor cantidad en el calostro bovino es la IgG, principalmente la subclase IgG1, la cual representa el 80% de la concentración total de inmunoglobulina G (3,8,9). La IgG1 tiene la capacidad de ser secretada desde el torrente sanguíneo del neonato a la superficie de la mucosa de diferentes órganos, como el pulmón e intestino, protegiendo así contra enfermedades infecciosas. Las terneras comienzan a sintetizar sus propios anticuerpos (IgM, IgG y IgA) los primeros días de vida hasta alcanzar niveles adecuados a los 7, 35 y 56 días respectivamente (3).

Las IgG tienen como función identificar y destruir organismos patógenos, previniendo la fijación de los mismos, inhibir el metabolismo y la aglutinación de bacterias, y neutralizar virus, al ser de menor tamaño se pueden desplazar fácilmente por el torrente sanguíneo, las IgM son las encargadas de la primera línea de defensa en caso de septicemias o cuadros con compromiso sistémico y se ubican principalmente en la sangre, las IgA se encuentran en la superficie de la mucosa intestinal, protegiendo e impidiendo la adhesión de patógenos (1,27); la IgA en el intestino se une a las bacterias, toxinas y otras macromoléculas, limitando su capacidad para unirse a las células (35).

3.5 SÍNTESIS DEL CALOSTRO.

El calostro se forma durante la última etapa de la gestación, cuando las células de glándula mamaria se están proliferando y diferenciándose en preparación para la lactancia; este proceso se llama calostrogénesis. Se ha descrito que la

calostrogénesis inicia por el aumento de las concentraciones circulantes de progesterona (P4) y estradiol-17- β (E2) durante la gestación, y finalmente esta etapa termina cuando hay una fuerte caída de P4, un pico de E2 y un aumento en la concentración de glucocorticoides (10). La glándula mamaria produce el calostro debido a la baja concentración de estrógenos y prolactina y alta concentración de progesterona (11).

Las Igs se transfieren a la glándula mamaria en las últimas semanas de gestación a través de dos fuentes: humoral, desde la sangre (IgG), y local, sintetizadas en la glándula mamaria por plasmocitos (IgA y IgM); alcanzando su máxima concentración en la glándula mamaria de 1 a 3 días previos al parto (1). La acumulación de Igs en la glándula mamaria ocurre durante las últimas cinco semanas de gestación (10); por su parte, Baumrucker y Bruckmaier (36) enfatizan que la acumulación de Igs en la glándula mamaria se da entre 3 y 4 semanas antes del parto. La transferencia de Igs hacia las secreciones mamarias puede ser de hasta 500 g/semana con un rápido aumento en la síntesis justo antes del parto (12).

La IgG es transportada a la glándula mamaria desde el suero, mientras que la inmunoglobulina A (IgA) es sintetizada en la glándula mamaria por las células plasmáticas, que migran vía sanguínea desde el tracto gastrointestinal; los precursores de las células plasmáticas destinadas a producir IgA tienen origen en el tejido linfoide asociado al intestino (TLAI) (11). En un análisis inmunohistoquímico (IQH) se demostró la expresión de un receptor llamado receptor neonatal Fc (FcRn) que coincide con la lactogénesis I e inicio de la calostrogénesis; este receptor disminuye durante la lactogénesis II (el inicio de la secreción abundante de leche) (37).

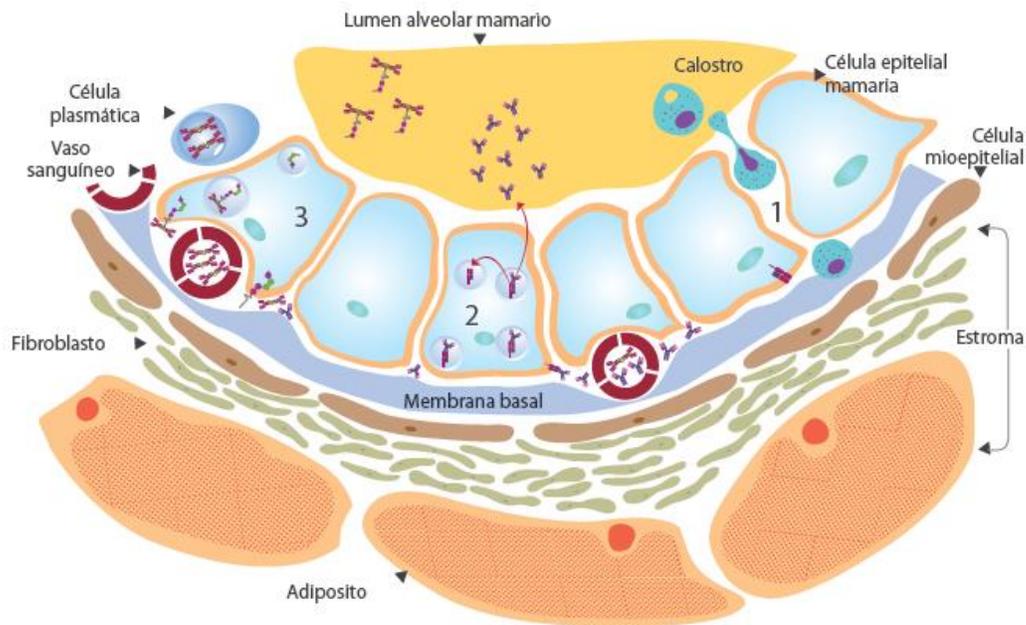
Para llevar la IgG sérica circulante al lumen, la célula epitelial mamaria expresa el receptor específico FcRn, que media el paso desde el espacio extracelular en el extremo basal de la célula al lumen alveolar mamario (11). Una vez ocurre la unión

de la IgG con el receptor FcRn se da el tránsito intracelular a través de un mecanismo endocítico y la IgG es transportada al extremo apical, el receptor es reciclado y queda habilitado nuevamente (Figura 1) (10,11). Las células epiteliales alveolares dejan de expresar este receptor al inicio de la lactancia, probablemente en respuesta al aumento de las concentraciones de prolactina (31).

De manera similar, la IgA disponible en la glándula mamaria por la presencia de células plasmáticas que migraron provenientes de TLAI, hace tránsito por la célula epitelial mamaria (CEM); a través, de un transporte que implica la unión al receptor denominado receptor polimérico de inmunoglobulinas (pIgR) en la región basolateral, para luego ser transportada hacia la membrana apical (Figura 1). Una vez en el lumen, el pIgR libera la IgA y un fragmento llamado componente secretor (CS) continúa unido a la IgA (11). Aunque no se entiende bien la transferencia calostrala de la IgE también se produce y puede ser importante para proporcionar protección temprana contra los parásitos intestinales (31).

El CS confiere a la IgA protección contra la degradación proteolítica en el intestino, y facilita la adhesión de la IgA al moco intestinal, también, tiene efectos protectores propios, como bloquear potencialmente la adhesión epitelial de *E. coli* enterotoxigénica y neutralizar los efectos de otros patógenos como el rotavirus causante de diarrea neonatal (11,35).

El ingreso de células inmunes como los macrófagos (presentes en la glándula mamaria) al calostro se da por diapédesis entre las uniones estrechas de las células epiteliales de la glándula (Figura 1) (36).



Fuente: Guzmán y Olivera (11).

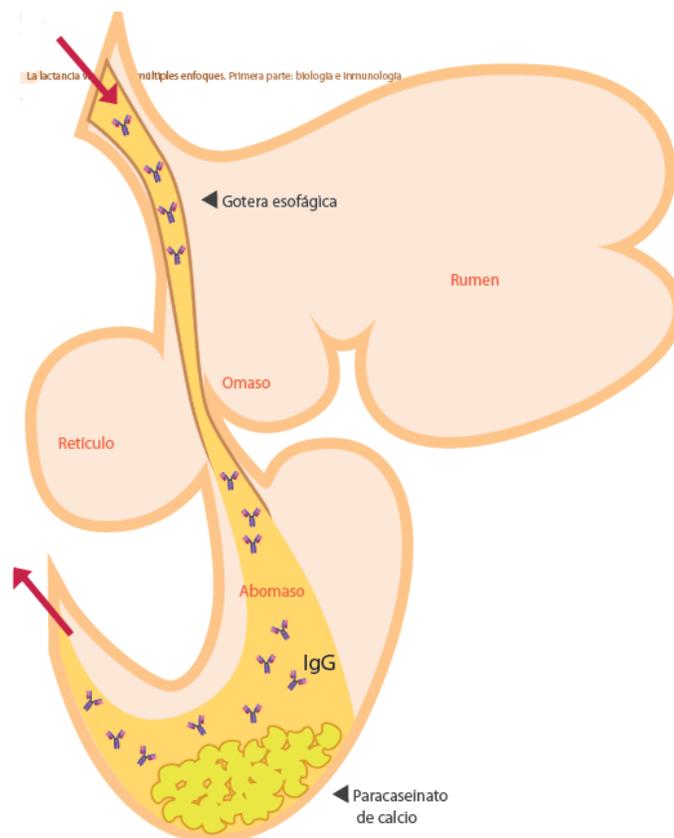
Figura 3.1 Fenómeno de transcitosis de IgG e IgA.

Paso de macrófagos del tejido mamario al calostro: 1. Paso de macrófago del tejido mamario al lumen alveolar. 2. Tránsito de IgG y reciclaje de receptor FcRn. 3. Tránsito de IgA unida al componente secretor.

3.6 DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DEL CALOSTRO.

El calostro; compuesto de secreciones lácteas y constituyentes del suero sanguíneo, atraviesa el surco reticular y como resultado, la mezcla ingerida no pasa ni por el retículo ni por el rumen, sino que fluye directamente al abomaso (38). La renina secretada en el abomaso de los neonatos convierte a la caseína soluble, una de las proteínas de mayor tamaño y abundancia del calostro, en una red de paracaseinato de calcio que retiene los glóbulos grasos y se coagula en pocos minutos (min); este coágulo se retrae rápidamente y se segregan otros sustratos que componen el suero del calostro. Como consecuencia, la caseína se retiene en el estómago del recién nacido más tiempo que el resto de las proteínas del suero (Figura 2) (11).

En el abomaso el calostro se divide en dos fracciones: (I) el coágulo formado por caseínas y grasa y (II) el suero formado por lactosa, minerales y otras proteínas, como Igs y lactoglobulinas. (11,35). El suero rico en IgG pasa rápidamente del estómago al intestino delgado sin degradar; no es usado como fuente de alimento debido a la baja actividad proteolítica y a la presencia de un inhibidor de tripsina, que es 100 veces mayor en el calostro que en leche (31); las células del abomaso no secretan ácido clorhídrico las primeras 24 horas de vida, encontrándose un pH abomasal mayor a 5, evitando así que el pepsinógeno se transforme en pepsina (27,39).

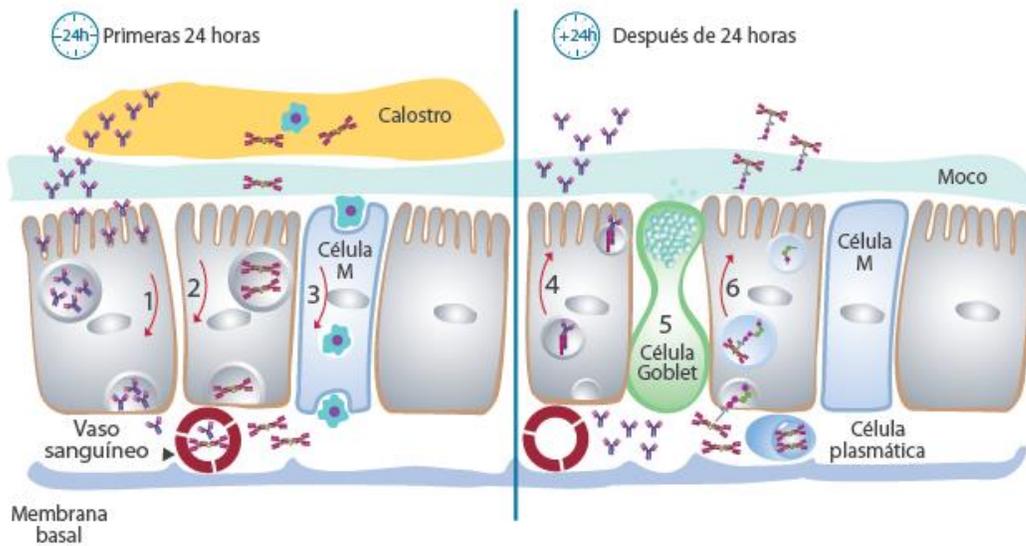


Fuente: Guzmán y Olivera (11).

Figura 3.2 Paso del calostro a través del surco reticular hacia el abomaso, separación de la IgG y posterior paso al intestino.

El término intestino abierto se refiere a la capacidad única del enterocito neonatal para la absorción transitoria, no selectiva e intacta de moléculas grandes (macromoléculas), como las Igs (8,31). El intestino delgado del ternero está revestido por células epiteliales (enterocitos), una mucosa inmadura altamente vacuolada y capaz de absorber macromoléculas; los enterocitos inmaduros absorben proteínas de gran peso molecular y otras moléculas. El epitelio intestinal del neonato conserva la capacidad para hacer pinocitosis por un corto periodo de tiempo, antes de que sea reemplazado por las células epiteliales maduras (Figura 3); en los enterocitos se observan numerosas vacuolas transportadoras que llevan IgG e IgA del extremo apical a la membrana basal (Figura 3), este movimiento permite el paso de IgG a los capilares y luego vía portal a la circulación general del neonato (11,35,37). Las Igs se transportan a través de la célula y se liberan en los conductos linfáticos por exocitosis, después de lo cual entran en el sistema circulatorio a través del conducto torácico (8,21).

Otros elementos como los leucocitos presentes en el calostro, ingresan a la circulación por medio de las células M de la mucosa intestinal, las cuales están especializadas en hacer pinocitosis con antígenos del lumen intestinal. Las células M son las encargadas de absorber y entregar las células inmunes a los folículos asociados al epitelio (FAE) en las placas de Peyer (Figura 3) (11).



Fuente: Guzmán y Olivera (11).

Figura 3.3 Absorción de la IgG e IgA del calostro en el intestino delgado. A. Intestino delgado en las 24 primeras hrs: 1. Paso de IgG por pinocitosis en grandes vacuolas, 2. paso de IgA por pinocitosis en grandes vacuolas, 3. Paso del macrófago por célula "M". B. Intestino delgado posterior a las 24 horas: 4. reabsorción de IgG desde la circulación general de vuelta al lumen intestinal, 5. célula de goblet productora de moco, 6. paso de IgA al lumen.

En el proceso conocido como el "cierre" la eficiencia de absorción de Igs calostrales a través del epitelio intestinal del neonato disminuye linealmente con el tiempo, para abolirse completamente a las 24 hrs de vida aproximadamente (31). El proceso de cese del paso indiferenciado de moléculas y elementos por la mucosa se denomina "cierre"; en ese momento se activa la barrera intestinal que, como estructura cumplirá con sus funciones de captación de nutrientes o exclusión de patógenos, y así se convierte en la primera línea de defensa contra patógenos entéricos (11). El transporte de IgG a través del enterocito es bidireccional, por tanto, la IgG en el intestino está implicada también en la vigilancia inmune y defensa de la mucosa (35).

Un ternero que consume 100 gr de IgG del calostro puede secretar nuevamente al intestino entre 2 y 4 gr de IgG cada día durante las primeras dos semanas de vida (Figura 3). Esta cantidad de Igs podría reducir la probabilidad de enfermedad entérica del ternero. La IgA producida ya localmente por las células plasmáticas asociadas al TLAI se transportan hacia el lumen de las células epiteliales intestinales unidas al receptor polimérico de inmunoglobulina (Figura 3) (11).

En el epitelio intestinal maduro se encuentran, además de los enterocitos, las células de Globet o caliciformes, encargadas de producir el moco que recubre el intestino (Figura 3), y que sirve no sólo de barrera física contra antígenos, sino que tiene funciones antiinflamatorias que previene la acción desencadenante de los patógenos cuando están en contacto con la mucosa (11). Alimentar con calostro después de que el intestino se ha “cerrado” todavía ofrece el beneficio de la inmunidad local en el lumen intestinal, pero la absorción de Igs a la circulación ya no se produce (8,31).

Una adecuada absorción de Igs en bucerros depende del período de tiempo que transcurre entre el nacimiento y el suministro de calostro; además, de que consuman una cantidad suficiente de Igs, lo cual está determinado por la concentración de estas en el calostro y la cantidad consumida de este (2).

3.7 PROBLEMAS PRODUCIDOS POR LA FTIP.

La FTIP en terneros con menos de un mes de edad está asociada con un mayor riesgo de diarrea causada por enteropatógenos específicos (rotavirus y *Cryptosporidium* spp) y mortalidad; además, se asocia con una presentación temprana de enfermedades que potencializan la necesidad de tratamientos antibióticos para la recuperación (25). Una prevalencia de FTIP inferior al 10% es un objetivo razonable en rumiantes (6,29); adicionalmente, se estimó que los costos totales por ternero lechero con FTIP podrían oscilar entre 52 euros (€) mejor

escenario y 285 € peor escenario, con un aumento del 50% aproximadamente para terneros con aptitud cárnica (25).

3.8 CANTIDAD, MOMENTO Y FORMAS DE ADMINISTRAR EL CALOSTRO.

3.8.1 Cantidad. Como regla general un neonato necesita ingerir entre 100 y 200 g de IgG tan pronto sea posible, para lograr 10 g/L de IgG sérica (8,29). Sin embargo, es necesario considerar que el volumen de calostro a entregar para lograr los 100 g de IgG varía según el volumen del plasma del ternero, que oscila entre 6.5 y 14.5% del peso vivo, la eficiencia aparente de absorción que varía entre 21% y 50% en las primeras 2 hrs de nacido; y la concentración de IgG del calostro que debe ser como mínimo 50 g/L para realizar un aporte considerable a la inmunidad pasiva del ternero (8,40). En la práctica se recomienda administrar del 10 al 12% del peso vivo de la ternera en calostro en la primera alimentación (9,32). La ternera debe consumir el 10% de su peso vivo en calostro dentro de las primeras 2 hrs de vida, con una segunda dosis dentro de las 6 a 8 hrs siguientes (26).

Tabla 3.3 Estimación de las necesidades de IgG para una ternera de 40 kg.

Descripción	Valor
Peso de la ternera	40 kg
Volumen de sangre (9% del peso corporal)	3.6 litros
Concentración mínima de IgG	10 g/L
Eficiencia de absorción	30%
Consumo requerido de IgG ($3.6 \times 10 / 0.30$)	120 g
Concentración de Igs en calostro	50 g/L
Cantidad total de calostro requerido ($120 / 50$)	2.4 litros

Fuente: Adaptado de Elizondo (19).

Para evitar la FTIP y sus consecuencias, el ternero debe consumir 4 litros de calostro antes de las 24 hrs de nacido (11). El ternero debe consumir 2 litros de calostro durante las primeras 2 hrs de vida (1); Arancibia (39) recomienda la

administración de 4 litros de calostro en una sola toma la primera hora de vida y luego de 6 hrs dar 2 litros más en caso de tener un calostro de mala calidad.

3.8.2 Momento de administración. Se recomienda 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 cesar completamente entre las 24 a 36 horas (3,39). Al menos dar el 10% de peso vivo entre las primeras 8 y 12 horas de nacido (41), así mismo, Casas y Canto (26) sugieren que el calostro debe ser suministrado dentro de las primeras 2 horas de vida.

Tabla 3.4 Porcentaje de absorción de Igs según la edad del ternero.

Edad del ternero en horas	Porcentaje de absorción
0	20
3	15
6	10
12	5
24	0

Fuente: (21).

3.8.3 Formas de administración. Existen 2 formas de administrar el calostro: de forma natural directamente de la madre, o de forma artificial, ya sea colectándolo y ofreciéndolo a través de biberón o administrándolo a través de una sonda esofágica (26).

La forma más efectiva de administrar el calostro en terneros es artificialmente; no solo porque permite cuantificar y asegurar el consumo de calostro de buena calidad, también porque reduce el riesgo de transferencia de alguna enfermedad madre-cría (1,26). Además, se ha demostrado que existe una mayor FTIP a través de la administración de calostro de forma natural (1,31). El calostro debe suministrarse a la temperatura corporal del ternero (37,5 - 39,5°C); si está más frío, los terneros requerirán energía adicional del cuerpo para digerirlo, al mismo tiempo, una

temperatura inadecuada del calostro puede producir trastornos digestivos o diarreas (26).

Existe una mayor absorción de IgG cuando bucerros amamantan directa y libremente de su madre; debido a que el volumen de calostro proporcionado no es limitado por la mano de obra humana (6). Esta mayor eficiencia de absorción se debe a un consumo de calostro más precoz a través del amamantamiento natural que de forma artificial, a una mayor tendencia a consumir un mayor volumen de calostro desde la madre, y al efecto fisiológico y psicológico positivo que se genera cuando el ternero permanece con la madre por mayor tiempo (19,27).

3.9 CALIDAD DEL CALOSTRO.

La concentración de IgG es la medida utilizada para evaluar la calidad del calostro, un calostro de alta calidad tiene una concentración de IgG ≥ 50 mg/ml (50 g/L) (1,5,8,10,11). La concentración de IgG en el primer ordeño en bovinos se ve influenciado por muchos factores como: la raza, la duración del período seco, el número de lactancias o número de partos, la vacunación (5,12,21,27).

Tabla 3.5 Diferente concentración de IgG calostrual dependiendo de la calidad.

Calidad	Mg de IgG por ml de calostro
Muy buena	60 mg/ml
Buena	50 mg/ml
Pobre	30 mg/ml

Fuente: (42).

3.9.1 Factores asociados a la calidad del calostro.

3.9.1.1 Raza. Las razas lecheras tienden a producir calostro con una menor concentración de IgG en comparación con razas cárnicas por efecto de dilución; la raza Holstein presenta una menor concentración de Igs que la raza Jersey, la raza Holstein es la que produce una mayor cantidad de calostro, pero de menor calidad

(1,9,27). Las razas Pardo Suizo y Ayrshire presentan una menor concentración de Igs en el calostro que las razas Jersey y Holstein (43). Por el contrario, Elizondo (19) señala que los resultados en cuanto a las diferencias raciales han sido muy variables y poco consistentes.

3.9.1.2 Número de lactancia. Las vacas con 3 o más lactancias tienen mayor concentración de Igs que vacas de primera lactancia, esto se asocia a una mayor exposición a patógenos por parte de las vacas de mayor edad, mayor capacidad secretora de la glándula mamaria y un mecanismo activo de transporte de Igs (9,26,40). La concentración de Igs en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancia, hasta alcanzar la cuarta lactancia donde se estabiliza (5). Mientras que Matamala (3) y Reyes et al (44), concluyeron que vacas de primera lactancia pueden producir calostro de buena calidad como vacas de dos o más lactancias.

3.9.1.3 Temperatura ambiente. La exposición a altas temperaturas ambientales durante la gestación se asocia a un calostro de menor calidad, con menores concentraciones de IgG, IgA, proteínas, grasa, lactosa y lactoalbumina; esto se debe a que el estrés calórico reduce la ingesta de alimento, además, disminuye el flujo sanguíneo a la glándula mamaria, produciendo una menor llegada de IgG, nutrientes y una menor producción por parte de los plasmocitos de IgA (3,9).

3.9.1.4 Volumen de calostro producido. La concentración de IgG es inversamente proporcional al volumen producido, de tal forma que, a mayor sea el volumen de calostro producido (>8,5 litros), menor la concentración de IgG (3,9,31).

3.9.1.5 Duración del período seco. Vacas sin período seco o con período seco menor a 21 días tienden a producir calostros de baja calidad, ya que no existe el tiempo suficiente para acumular Igs en la glándula mamaria (19,31). La duración del período seco debe ser como mínimo 45 días (26). Por el contrario, Morin et al (43)

en su estudio, no encontró ninguna relación entre el largo del período seco y la calidad del calostro producido.

3.9.1.6 Momento de colección del calostro. La mejor calidad de calostro se obtiene en el primer ordeño, luego comienza a descender la concentración de IgG (1,9).

3.9.1.7 Vacunaciones previas al parto. Vacunar a las vacas 3 a 6 semanas previas al parto resulta en un aumento en las concentraciones de Igs en el calostro (31). La vacunación debe realizarse preferiblemente 6 semanas antes del parto con refuerzo a las 3 semanas, revacunando en las siguientes gestaciones 3 semanas antes del parto, contra antígenos como Coronavirus, Rotavirus, *E. Coli* K99 y *Clostridium*, ya que, estos patógenos son los principales causantes de diarrea en las crías en las primeras semanas de edad (9). En la etapa de gestación se debe manejar un plan de vacunación adecuado para que las vacas transmitan vía calostro resistencia a ciertos patógenos a los que se encuentran expuestos en la explotación (27).

3.9.1.8 Mezcla de calostros de diferentes vacas. La mezcla de calostro de diferentes vacas puede disminuir la calidad del calostro, ya que, se podría juntar calostro de excelente y mala calidad; esta práctica aumenta la probabilidad de exposición patógena, en caso de que alguna de las vacas se encuentre infectada (3).

3.9.1.9 Nutrición. La alimentación de la vaca previa al parto no afecta la calidad del calostro (31); por el contrario, dietas bajas en proteína o energía provocan una disminución en la producción de calostro y disminuyen la concentración de Igs (10,27), por esta razón, se sugiere que las vacas gestantes reciban dietas que contengan de 14 a 15% de proteína cruda como mínimo (9).

3.9.1.10 Contaminación bacteriana del calostro. Las bacterias en el calostro pueden unirse a Acs libre en la luz intestinal o bloquear directamente la absorción y el

transporte de Igs a través de los enterocitos inmaduros, interfiriendo así con la absorción pasiva de Igs calostrales (31).

3.9.1.11 Otros factores. La pérdida de calostro por goteo durante el período seco, el ordeño antes del parto o estado sanitario de la vaca pueden llevar a bajas en la concentración de IgG en el calostro (3,19,26).

3.10 PRESERVACIÓN DEL CALOSTRO.

Existe la posibilidad de conservar el calostro de mejor calidad para suministrarlo a los terneros recién nacidos que lo requieran; sólo se debe conservar el calostro del primer ordeño después del parto, y debe refrigerarse (si se va a utilizar en la primera semana de recolectado) o congelarse dentro de una hora después de la recolección, conservándose de esta forma hasta por un año (26,27,40). Es esencial que sea recolectado y almacenado higiénicamente dentro 1-2 horas posparto; esta recolección higiénica puede llevarse a cabo mediante la limpieza y desinfección de la ubre en el ordeño, la deposición en cubos limpios y el cuidado de estos para evitar una posible contaminación (21).

Se sugiere que antes de refrigerar el calostro, se debe poner en un balde con agua fría con el fin de evitar un choque térmico, este se deberá refrigerar hasta una temperatura de 2-4°C (27), mientras tanto, Fortín y Perdomo (40) sugieren refrigerar a una temperatura entre 1-2°C. En el proceso de congelación es importante que el congelador siempre mantenga una temperatura constante de -20°C, asegurándose que no existan periodos de descongelación (27,40). El calostro congelado debe ser descongelado en baño maría cuya temperatura no sobrepase los 50°C, ya que a mayor temperatura destruye las Igs, remplazando el agua cada 10 min (21), en cambio, Campos et al (27) proponen que el calostro se sumerja en baño maría a una temperatura de 35-38°C y nunca exceder los 40°C, después de ser descongelado debe ser suministrado rápidamente.

El calostro que es recolectado tanto para ser refrigerado como para ser congelado debe ser envasado en bolsas plásticas, estériles y gruesas 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 (26,27). La congelación, el almacenamiento excesivamente prolongado y la descongelación del calostro pueden tener efectos negativos en la viabilidad de algunas células de defensa (leucocitos) que se encuentran en el calostro (27).

3.11 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE INMUNOGLOBULINAS CALOSTRALES.

Existen una serie de métodos, tanto directos como indirectos, para determinar la concentración de Igs en el calostro; el método más utilizado en EEUU a nivel predial es el calostrómetro, seguido por la observación de las características físicas del calostro (20,45). Dentro de los métodos directos encontramos: Test de Elisa, espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) y el método más aceptado universalmente a nivel de laboratorio que es el ensayo de inmunodifusión radial o radioinmunodifusión (RID), la cual es una técnica que se utiliza rutinariamente para medir la concentración de diferentes antígenos solubles en fluidos biológicos (8), y dentro de los métodos indirectos encontramos el calostrómetro y refractómetro grados Brix (3,12).

3.11.1 Métodos directos.

3.11.1.1 Ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (Elisa). La inmunoabsorción enzimática (ELISA, de la sigla en inglés de Enzyme Linked Immunoabsorbent Assay), es una prueba que se basa esencialmente en una reacción antígeno-anticuerpo, en la que la concentración de anticuerpos se determina por la reacción de color de un antígeno marcado con enzimas fluorescentes; la evaluación se suele realizar fotométricamente. La prueba ELISA se puede dividir en diferentes variantes: directa, indirecta y competitiva (10).

3.11.1.2 Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). La técnica NIRS, es una ciencia combinada alternativa a los métodos tradicionales para análisis químicos, que permite determinar la composición nutricional de distintos alimentos. La espectroscopía se basa esencialmente en la interacción de la radiación electromagnética y la materia a ser analizada (8).

3.11.1.3 Ensayo de inmunodifusión radial o Radio inmunodifusión (RID). El ensayo de inmunodifusión radial (RID) permite medir los niveles reales de IgG en el calostro, las muestras son típicamente aplicadas a placas de Petri con gel de agarosa impregnadas en antígeno. durante la incubación la muestra de calostro difunde a través del gel con la IgG formando un precipitado complejo con el antígeno, el diámetro del anillo es proporcional a la cantidad presente de IgG (28). Es el método más preciso para evaluar la calidad calostrual, siendo utilizado frecuentemente en ensayos experimentales, la desventaja de su uso es su elevado costo y la tardanza en los resultados (18 a 24 hrs). Este método no es propicio para evaluar la calidad del calostro en campo (20,42).

3.11.2 Métodos indirectos.

3.11.2.1 El calostrómetro. Para estimar la concentración de Igs en el calostro fresco, se desarrolló inicialmente una ecuación de regresión a partir de la gravedad específica (densidad) del calostro: $Y = 254,716 X - 261,451$ ($r = 0,84$) (donde Y es la concentración de Igs (%) y X la gravedad específica) (46). Dichos autores luego desarrollaron un calostrómetro que incorpora la relación entre la gravedad específica y la concentración de Igs (mg/ml) en el calostro (5).

El calostrómetro es un instrumento hidrométrico que relaciona la densidad específica del calostro con la concentración de Igs, a través de la flotabilidad en el calostro. Mientras mayor concentración de IgG contenga el calostro más denso va a ser, por ende, mayor será su gravedad específica, por tanto, flotará más el

instrumento (39,42). La sensibilidad y especificidad del instrumento para detectar calostro de baja calidad es de 32 y 97% respectivamente (31).

Ventajas del calostrómetro. Se trata de un instrumento rápido y simple de utilizar, y aunque no determina la cantidad exacta de Igs presentes en el calostro, puede ser de ayuda para diferenciar un calostro de alta de otro de baja calidad, evitando fracasos en la transferencia de inmunidad pasiva en terneras dentro de una empresa ganadera (3).

Desventajas del calostrómetro. Este instrumento tiende a sobreestimar la calidad del calostro y a clasificar 2 de 3 calostros de baja calidad como aceptables. Hay factores que pueden afectar la lectura del calostrómetro, como la temperatura del calostro, el contenido de grasa y de otros sólidos que tienden a variar la gravedad específica del calostro (20,31,42,43), las lecturas difieren en 0,8 mg/ml por cada grado centígrado en el cambio de la temperatura (5), debido a esto, se recomiendan realizar la lectura cuando el calostro se encuentre a temperatura entre los 20-25°C (5,19), sobre estas temperaturas el calostrómetro tiende a subestimar la cantidad de IgG, y bajo estas temperaturas el calostrómetro tiende a sobreestimar la cantidad de IgG (47). La principal desventaja del uso del calostrómetro es su sensibilidad a la temperatura y la fragilidad del instrumento (20).

3.11.2.2 El refractómetro grados Brix. Instrumento portátil que funciona midiendo la cantidad de luz que refracta al traspasar una muestra de líquido, mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor va a ser la refracción de la trayectoria de la luz. Se utiliza para medir líquidos como el vino o en jugos para determinar la cantidad de sólidos solubles en una solución (42). Existen dos tipos de refractómetros: los digitales y los ópticos; ambos con similares resultados, siendo más simples de utilizar los digitales (20). Para determinar la calidad del calostro el instrumento se calibra con la escala de Brix, la escala Brix mide la cantidad de sacarosa (azúcar) presente en una solución, pero cuando es utilizado en una

solución que no contiene sacarosa estima la cantidad de Sólidos totales (47,48). La sensibilidad y especificidad del instrumento es de un 90,5-92,5% y 80-85% respectivamente (20).

Ventajas del refractómetro. El refractómetro Brix es un instrumento barato, preciso, rápido y que no requiere experiencia del personal (48,49), a diferencia del calostrómetro, el refractómetro no es sensible a la temperatura del calostro para determinar la concentración de lgs (20). Este instrumento funciona de manera similar al calostrómetro, pero tiene la ventaja de ser más preciso, simple y menos frágil (3).

Desventajas del refractómetro. La principal desventaja para los productores es el costo del instrumento; el precio del refractómetro grados Brix es de casi el doble que el calostrómetro (\$37.750 v/s \$19.800) (3). Adicionalmente, el alto contenido de grasa puede afectar la lectura del refractómetro (42).

3.11.3 Correlación entre RID y los métodos indirectos.

Se encontró correlaciones entre 0.71 y 0.74 entre el ensayo de inmunodifusión radial y el refractómetro grados Brix, tanto para muestras de calostro fresco como congelado (20). Un estudio en USA determinó una correlación entre el ensayo de inmunodifusión radial y refractómetro grados Brix de 0.75 (48). La correlación entre el ensayo de inmunodifusión radial y el calostrómetro es de 0.36 (47); esto quiere decir que entre el ensayo de inmunodifusión radial (RID) y el refractómetro grados Brix existe una correlación positiva fuerte, por el contrario, la correlación entre RID y el calostrómetro corresponde a una correlación positiva débil (3).

3.11.4 Correlación entre métodos indirectos.

Entre el calostrómetro y el refractómetro se obtuvo una correlación de 0.42 siendo moderada, es por esto, que la elección del método debe basarse en factores como la facilidad de utilización, precisión, efecto de factores externos, entre otros (3).

3.12 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA EN BUCERROS.

Los métodos indirectos son de tipo estimativo o de correlación, estos estiman la concentración sérica de IgG en base a la concentración de globulinas totales u otras proteínas cuya transferencia pasiva está asociada estadísticamente con la IgG, entre los métodos indirectos más utilizados se encuentran la prueba de proteínas totales por refractómetro, prueba de turbidez de sulfito de sodio, prueba de turbidez de sulfato de zinc, actividad de Glutamyltransferasa (GGT) sérica y gelación de glutaraldehído en sangre completa; por otra parte, entre los métodos directos se encuentra la inmunodifusión radial (RID) y el ensayo inmunoenzimático enzima vinculada (ELISA) conocidos como los únicos test que miden directamente la concentración sérica de IgG (1).

Una transferencia de inmunidad pasiva exitosa se alcanza cuando existe en neonatos un nivel mínimo de inmunoglobulina G sérica de 10 g/L (10mg/ml) (1,25,30).

3.12.1 Proteínas totales. El refractómetro es el instrumento más utilizado en terreno para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva; mide el nivel de proteínas séricas totales (PST) en el neonato bovino entre 2 a 7 días de nacido, debido a que, en la primera semana de vida, los mayores constituyentes de las proteínas en suero son las Igs provenientes del calostro (2). Las globulinas séricas se derivan principalmente de las Igs absorbidas por los terneros durante las primeras horas de vida (32).

En bucerros se considera una FTIP cuando la concentración de PST son menores a 5,5 g/dl (2). Conocer la presencia de FTIP nos indicará si existen deficiencias en el manejo del calostro en dicha empresa, y nos permitirá tomar medidas para mejorar, por ejemplo, vacunando en el período seco contra patógenos importantes en dicha ganadería y mejorando la alimentación de las vacas del hato (3). La

sensibilidad y especificidad del instrumento es de un 76,3% y 94,4% respectivamente (50). Adecuadas concentraciones séricas de Igs entre las 24 y 48 horas de vida se han asociado con una disminución en la morbilidad y mortalidad en el período pre-destete, mejora en la ganancia de peso, reducción en la edad al primer parto y mayor producción de leche en la etapa de lactancia (5).

3.12.2 Prueba de turbidez. Es también llamada de precipitación, determina las Igs séricas (1).

3.12.2.1 Prueba de turbidez Sulfito de sodio. Esta es una prueba semicuantitativa de 3 pasos, usando 14%, 16% y 18% de solución de prueba de sulfito de sodio, en la que ocurre una precipitación selectiva de proteínas de alto peso molecular incluyendo Igs, esta prueba resulta en una turbidez, que es el efecto a medir (1). El aumento de la concentración de reactivo o solución salina induce turbidez en concentraciones menores de proteínas de alto peso molecular (51).

3.12.2.2 Prueba de turbidez sulfato de zinc. Esta tiene el mismo principio que el sulfito de sodio, y se lleva a cabo como ensayo de una simple dilución en la cual 0,1 ml de suero es añadido a 6 ml de 208 mg/L de solución de sulfato de zinc (51). Este test puede verse afectado por el tiempo y temperatura (1).

3.12.3 γ -Glutamyltransferasa (GGT). La enzima GGT es producida por las células de la glándula mamaria y como resultado es encontrada en el calostro, en los terneros que han ingerido calostro, la concentración sérica de GGT será alta al poco tiempo de consumir calostro posparto (1). En un estudio que evaluó la actividad de GGT sérica en terneros, evidenció un incremento en todos los terneros que ingirieron calostro (51).

3.12.4 Prueba de coagulación de sangre completa de glutaraldehído. Este método utiliza el suero en lugar de sangre entera, eliminando la potencial interacción del

fibrinógeno (1). El Glutaraldehído es un reactivo que tiene la propiedad de coagular las proteínas séricas. El suero se mezcla con una solución de Glutaraldehído y se observa luego si hay formación o no de un coágulo. La formación de un coágulo firme y adherente indica un nivel adecuado de IgG (52).

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 TIPO DE ESTUDIO.

Estudio descriptivo.

4.2 LOCALIZACIÓN.

El muestreo fue llevado a cabo en cuatro empresas bufaleras localizadas en el departamento de Córdoba (Colombia); desde el mes de julio del 2020 hasta el mes de febrero del 2021 con una duración de 207 días.

Tabla 4.1 Ubicación geográfica de las 4 empresas bufaleras muestreas.

EMPRESA	UBICACIÓN	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE
1	Montelíbano	7°58'36.30"	-75°25'01.98"
2	Montelíbano	7°58'36.30"	-75°25'01.98"
3	Buenavista	8°13'22.98"	-75°28'58.81"
4	Montería	8°45'03.36"	-75°52'42.72"

4.3 TIPO DE MUESTREO Y CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LAS MUESTRAS.

El tipo de muestreo fue no probabilístico, donde se dispuso de una población de 64 búfalas y sus 64 crías; la distribución por número de partos se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Grupos evaluados.

No de partos	No de búfalas muestreadas
Uno	11
Dos a cuatro	32
Cinco en adelante	21

Los parámetros para la selección de las búfalas fueron: Número de partos, sanidad y condición corporal; y para los bucerros fue sanidad, sin deformidades. Los

animales fueron sometidos a una exploración física diaria exhaustiva y se consideraron clínicamente sanos cuando no presentaban patologías a la exploración física.

4.4 TOMA DE MUESTRAS.

Toma de muestras del calostro. Se recolectó 250 ml de calostro del primero, segundo, tercero y cuarto ordeño de 64 búfalas posparto, donde se aseguró la limpieza y desinfección de la ubre y el envase de recolección, los cuales se conservaron en refrigeración entre 20° a 25°C. El tiempo en el que se realizaron los ordeños se muestra en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Frecuencia de ordeños.

No de ordeños	Momento de recolección
1	2 a 6 hrs posparto
2	24 a 30 hrs posparto
3	48 a 54 hrs posparto
4	72 a 78 hrs posparto

Toma de muestras de sangre. Por venopunción yugular con agujas vacutainer n°21 x 1½" se colectaron 5 ml de sangre de 64 bucerros(a) de 2 a 7 días de nacidos, conservadas en refrigeración por 24 hrs, posteriormente se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 min para separar la fracción sérica.

4.5 TÉCNICAS DE EVALUACIÓN.

Técnica del calostrómetro. Se colocaron 250 ml de calostro en una probeta graduada y se removió la espuma sobrante, seguidamente se ingresó el instrumento en la probeta de forma perpendicular dejándolo flotar libremente y se determinó la calidad leyendo directamente la escala de colores y gravedad específica que se ubica justo sobre la porción sumergida del instrumento. Se anotaron las gravedades observadas en una hoja de registros (anexo 2).

Técnica del refractómetro en calostro. Previo a la utilización del refractómetro (óptico genérico), se calibró utilizando dos a tres gotas de agua destilada y se observó que las zonas oscuras y claras marquen 0% grados Brix, posteriormente se agregó 0.5 ml de calostro sobre el prisma, dejándolas esparcir homogéneamente sobre la superficie. Después de 30 segundos, se colocó el refractómetro en forma paralela hacia un haz de luz para observar el resultado que aparece entre la zona oscura y clara, identificando una línea azul en la escala Brix (%). Estos resultados se registraron en una hoja de registro (anexo 2). Se limpió el prisma del refractómetro con agua destilada cada vez que se realizó una lectura para no afectar la siguiente medición.

Técnica del refractómetro en el suero sanguíneo. Con el refractómetro calibrado, se agregó 0.5 ml de suero sanguíneo sobre el prisma, dejándolo esparcir homogéneamente sobre la superficie. Después de 30 segundos, se colocó el refractómetro en forma paralela hacia un haz de luz para observar el resultado que aparece entre la zona oscura y clara, identificando una línea azul en la escala Brix (%). Estos resultados se registraron en una hoja de registro (anexo 2). Se limpió el prisma del refractómetro con agua destilada cada vez que se realizó una lectura para no afectar la siguiente medición.

4.6 PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO Y LA TRANSFERENCIA DE LA INMUNIDAD PASIVA.

Con el uso del calostrómetro, se determinó la calidad de calostro en las diferentes empresas bufaleras considerando los niveles establecidos. Por lo tanto, un calostro que tenga una gravedad específica o densidad mayor o igual a 1.045 g/ml, la concentración considerada de IgG será superior o igual a 50 mg/ml y se clasificó como un calostro de alta calidad, si la gravedad específica de un calostro se ubica entre 1.044 y 1.035 g/ml, la concentración considerada de IgG es de 47 a 20 mg/ml y se clasificó como un calostro de mediana calidad, y si se registró una gravedad

específica menor a 1.035 g/ml, la concentración de IgG considerada es menor a 20 mg/ml y se clasificó como un calostro de baja calidad; de acuerdo a los valores establecidos por el calostrómetro (Kruuse Colostrum Densimeter^{MR}).

En el caso del refractómetro grados Brix, un calostro mayor o igual a 22% grados Brix, se le consideró una concentración de IgG mayor o igual a 50 mg/ml y se clasificó como un calostro de buena calidad, en el caso de que el valor Brix registrado se encontrara entre 21 y 18% se consideró una concentración de IgG de 49 a 30 mg/ml y el calostro se clasificará como de mediana calidad, y si el valor fue menor a 18% grados Brix, el calostro se clasificó como de baja calidad con una concentración menor a 30 mg/ml de IgG (20,53).

Una puntuación de Brix menor a 8.4% de PST indica FTIP (<10 g/L de IgG) (50). Un punto de corte de 7.6% Brix se considera óptimo para asegurar una transferencia de inmunidad pasiva exitosa (54). Para consideraciones del presente estudio, se consideró una falla en la transferencia de inmunidad pasiva en bucerros cuando los grados Brix para PST fueron menores a 8%.

4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los datos se recopilaron en una base de datos en Microsoft Excel®, y se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos con el calostrómetro y el refractómetro. Se estableció los porcentajes de calostros de buena, mediana y mala calidad. Se obtuvo la media, la mediana, la desviación estándar, la distribución de los datos y los valores máximos y mínimos tanto para calostro como para suero sanguíneo. Para determinar la correlación entre dos variables numéricas se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, y para determinar la correlación entre más de dos variables que no fuesen numéricas se utilizó la prueba de independencia del Test exacto de Fisher.

Cuando se evaluaron más de dos variables y los datos no presentaban una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal-Wallis. Cuando se evaluaron más de dos variables y los datos presentaban distribución normal se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey. Cuando se evaluaron dos variables y los datos no presentaban una distribución normal se realizó la prueba T Wilcoxon. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa Sistema SAS 9.0; El nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$.

4.8 ASPECTOS ÉTICOS.

Los animales no fueron sometidos a dolor innecesario, por lo que fueron inmovilizados teniendo en cuenta las normas técnicas de manejo y sujeción de animales, enmarcado en el cumplimiento de la declaración universal de los derechos de los animales, referente a los principios éticos internacionales para la investigación biomédica con animales del CIOMS (Council for international organizations of medical sciences) establecida por la UNESCO (united nations educational, scientific and cultural organization) y la OMS (organización mundial de la salud) de 1949 de la ley 84 de octubre 27 de 1989 (estatuto colombiano de protección animal) (55). Además, se contó con la autorización por parte de los dueños o gerentes encargados de las empresas para disponer de los animales.

5. RESULTADOS.

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO.

5.1.1 Calostrómetro. De un total de 64 muestras de calostro, el porcentaje de calostros de buena calidad fue de 64.06% (≥ 1.045 g/ml), de mediana calidad 28.13% (1.044-1.035 g/ml) y de mala calidad 7.81% (< 1.035 g/ml). Los valores máximos y mínimos de gravedad específica fueron; 1.077 g/ml y 1.027 g/ml respectivamente. La media encontrada fue 1.051 g/ml, la mediana 1.052 g/ml y la desviación estándar 13.31. La distribución de las gravedades específicas obtenidas se presentan en la figura 5.1.

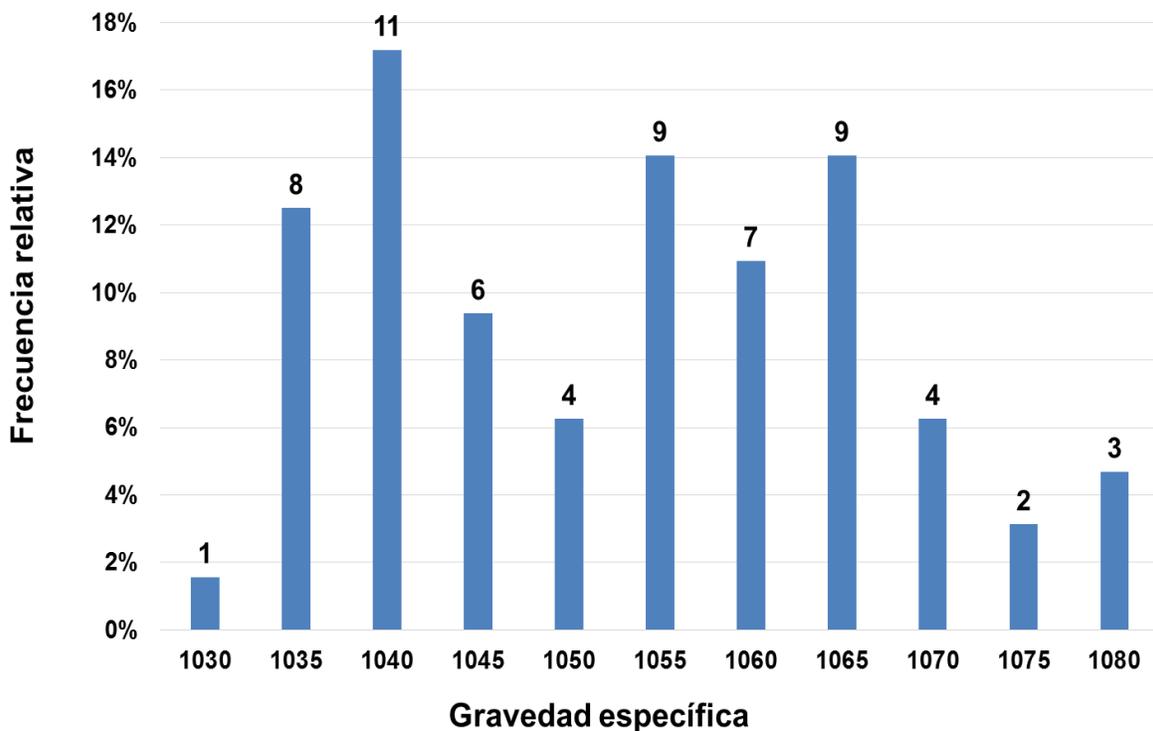


Figura 5.1 Distribución de las gravedades específicas obtenidas de 64 muestras de calostros en 4 bufaleras del trópico bajo colombiano a través de calostrómetro.

5.1.2 Refractómetro grados Brix. De un total de 64 muestras de calostro, el porcentaje de calostros de buena calidad fue de 39.06% ($\geq 22\%$), de mediana calidad 20.31% (21%-18%) y de mala calidad 40.63% ($< 18\%$). Los valores máximos y mínimos fueron; 33.5% y 11.5% grados Brix respectivamente. La media encontrada fue 19.17%, la mediana 18.75% y la desviación estándar 5.95. La distribución de los grados Brix obtenidos se presentan en la figura 5.2.

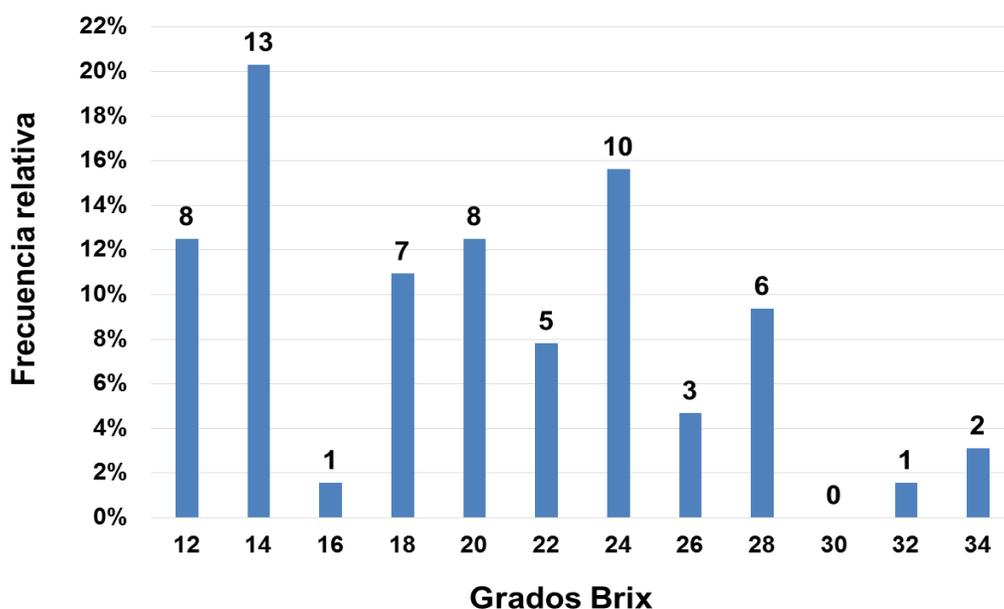


Figura 5.2 Distribución de los grados Brix obtenidos de 64 muestras de calostros en 4 bufaleras del trópico bajo colombiano a través de refractómetro grados Brix.

5.2 CONCORDANCIA ENTRE AMBOS MÉTODOS A TRAVÉS DEL TEST EXACTO DE FISHER Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN.

Para establecer la concordancia entre los datos obtenidos con ambos métodos a través del test exacto de Fisher, se realizó una prueba de independencia, donde se utilizaron las clasificaciones (alto, medio, bajo) arrojadas por cada instrumento; y se determinó la correlación existente entre las gravedades específicas (g/ml) y los grados Brix (%) a través del coeficiente de correlación Spearman.

Tabla 5.1 Tabla de independencia entre las clasificaciones obtenidas por calostrómetro y refractómetro grados Brix.

Refrac/Calostró	Alta calidad	Mediana calidad	Baja calidad	Total
Alta calidad	25 39.06%	13 20.31%	3 4.69%	41 64.06%
Mediana calidad	0 0.00%	0 0.00%	18 28.13%	18 28.13%
Baja calidad	0 0.00%	0 0.00%	5 7.81%	5 7.81%
Total	25 39.06%	13 20.31%	26 40.63%	64 100.00%

Ho= No existe dependencia entre ambos factores. Ha= Existe dependencia entre ambos factores.

De acuerdo al Test exacto de Fisher la dependencia entre las clasificaciones obtenidas por calostrómetro y refractómetro fue altamente significativa ($Pr=1.977 \times 10^{-14}$, $P \leq 0.01$) por lo que las clasificaciones arrojadas por ambos instrumentos fueron dependientes.

Se encontró una fuerte correlación positiva ($r=0.92864$, $P < 0.0001$) entre las medias obtenidos por calostrómetro y refractómetro, a través, del coeficiente de correlación de Spearman. Por lo tanto, las lecturas de la calidad del calostro realizadas por ambos instrumentos fueron iguales.

5.3 Correlación entre el número de partos y la calidad calostrálica medida con ambos métodos.

Se realizó un análisis de varianza a través de la prueba de independencia del test exacto de Fisher, para asociar el número de parto de cada búfala, con la calidad calostrálica obtenida por cada instrumento, y se determinó la concordancia entre las clasificaciones (alto, medio, bajo) de cada método, con respecto al número de partos; 1 parto, 2 a 4 partos y 5 y más partos.

Tabla 5.2 Tabla de independencia entre la variable número de partos y los datos obtenidos por el calostrómetro.

Npartos/Calostró	1	2 a 4	5 y más	Total
Alta calidad	7 10.94%	22 34.38%	12 18.75%	41 64.06%
Mediana calidad	3 4.69%	10 15.63%	5 7.81%	18 28.13%
Baja calidad	1 1.56%	0 0.00%	4 6.25%	5 7.81%
Total	11 17.19%	32 50.00%	21 32.81%	64 100.00%

Ho= No existe dependencia entre ambos factores. Ha= Existe dependencia entre ambos factores.

De acuerdo con el Test exacto de Fisher no se encontró dependencia ($Pr=0.1450$, $P>0.05$) entre el número de partos y las clasificaciones obtenidas por calostrómetro, por lo que ambos factores fueron independientes.

Tabla 5.3 Tabla de independencia entre la variable número de partos y los datos obtenidos por el refractómetro.

Npartos/Refrac	1	2 a 4	5 y más	Total
Alta calidad	5 7.81%	14 21.88%	6 9.38%	25 39.06%
Mediana calidad	1 1.56%	7 10.94%	5 7.81%	13 20.31%
Baja calidad	5 7.81%	11 17.19%	10 15.63%	26 40.63%
Total	11 17.19%	32 50.00%	21 32.81%	64 100.00%

Ho= No existe dependencia entre ambos factores. Ha= Existe dependencia entre ambos factores.

De acuerdo con el Test exacto de Fisher no se encontró dependencia ($Pr=0.6876$, $P>0.05$) entre el número de partos y las clasificaciones obtenidas por refractómetro, por lo que ambos factores fueron independientes.

Se analizaron las gravedades específicas (g/ml) y los grados Brix (%) arrojados por cada grupo evaluado, a través, de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Tabla 5.4 Análisis de varianza entre el número de partos y gravedad específica (g/ml) medida por calostrómetro.

PARTOS	n	MEDIA
1	11	1.048.54 g/ml
2-4	32	1.054.53 g/ml
5 en adelante	21	1.047.33 g/ml

Ho= Las muestras provienen de poblaciones con las mismas distribuciones. Ha= Las muestras provienen de poblaciones con diferentes distribuciones. n= número de muestras.

De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis, no hubo diferencia estadísticamente significativa ($Pr=0.0965$, $P>0.05$) entre las medias obtenidas por calostrómetro de los distintos grupos evaluados.

Tabla 5.5 Análisis de varianza entre el número de partos y grados Brix (%) medido por refractómetro.

PARTOS	n	MEDIA
1	11	18.77%
2-4	32	19.89%
5 en adelante	21	18.30%

Ho= Las muestras provienen de poblaciones con las mismas distribuciones. Ha= Las muestras provienen de poblaciones con diferentes distribuciones. n= número de muestras.

De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis, no hubo diferencia estadísticamente significativa ($Pr=0.4807$, $P>0.05$) entre las medias obtenidas por refractómetro de los distintos grupos evaluados.

5.4 Correlación entre número de ordeño y la calidad calostrál medida con ambos métodos.

Se analizaron las gravedades específicas y los grados Brix obtenidos en cada ordeño, a través, de la prueba Kruskal-Wallis.

Tabla 5.6 Análisis de varianza entre el número de ordeños y gravedad específica (g/ml) medida con calostrómetro.

ORDEÑOS	N	MEDIA
Calostró1	64	1.051.14 g/ml
Calostró2	64	1.040.42 g/ml
Calostró3	64	1.036.60 g/ml
Calostró4	64	1.032.50 g/ml

Ho= Las muestras provienen de poblaciones con las mismas distribuciones. Ha= Las muestras provienen de poblaciones con diferentes distribuciones. n= número de muestras.

De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.0001$) entre las medias obtenidas por calostrómetro tomadas a través del tiempo.

Tabla 5.7 Análisis de varianza entre el número de ordeño y grados Brix (%) medido con refractómetro.

ORDEÑOS	N	MEDIA
Refrac1	64	19.17%
Refrac2	64	14.61%
Refrac3	64	12.84%
Refrac4	64	11.68%

Ho= Las muestras provienen de poblaciones con las mismas distribuciones. Ha= Las muestras provienen de poblaciones con diferentes distribuciones. n= número de muestras.

De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.0001$) entre las medias obtenidas por refractómetro tomadas a través del tiempo.

5.5 Análisis de varianza entre las empresas bufaleras.

Se analizaron las gravedades específicas (g/ml) y los grados Brix (%) arrojados por cada bufalera.

Tabla 5.8 Análisis de varianza entre las bufaleras con el calostrómetro.

BUFALERA	N	MEDIA
1	15	1.048.93 g/ml
2	4	1.050.25 g/ml
3	14	1.047.07 g/ml
4	31	1.054.16 g/ml

Ho= Las muestras provienen de poblaciones con las mismas distribuciones. Ha= Las muestras provienen de poblaciones con diferentes distribuciones. n= número de muestras.

De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($Pr=0.3511$, $P>0.05$) entre las medias obtenidas por calostrómetro de los distintas bufaleras.

Tabla 5.9 Análisis de varianza entre las bufaleras con el refractómetro.

BUFALERA	N	MEDIA
1	15	17.43%
2	4	18.87%
3	14	17.53%
4	31	20.80%

Ho= Las muestras provienen de poblaciones con las mismas distribuciones. Ha= Las muestras provienen de poblaciones con diferentes distribuciones. n= número de muestras.

De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis no halló diferencia estadísticamente significativa ($Pr=0.2004$, $P>0.05$) entre las medias obtenidas por refractómetro de los distintas bufaleras.

Se realizó un análisis de varianza a través de la prueba de independencia de Fisher, para asociar la calidad de calostro de cada bufalera, con los resultados obtenidos por cada instrumento, y se determinó la concordancia entre las clasificaciones (alto, medio, bajo) de cada método, con respecto a la calidad de calostro de cada bufalera.

Tabla 5.10 Tabla de independencia entre las bufaleras, con respecto al calostrómetro.

Bufalera/Calostró	1	2	3	4	Total
Alta calidad	9	2	7	23	41
	14.06%	3.13%	10.94%	35.94%	64.06%
Mediana calidad	6	1	4	7	18
	9.38%	1.56%	6.25%	10.94%	28.13%
Baja calidad	0	1	3	1	5
	0.00%	1.56%	4.69%	1.56%	7.81%
Total	15	4	14	31	64
	23.44%	6.25%	21.88%	48.44%	100.00%

Ho= No existe dependencia entre ambos factores. Ha= Existe dependencia entre ambos factores.

El Test exacto de Fisher no encontró dependencia ($Pr=0.1532$, $P>0.05$) entre las bufaleras y las clasificaciones obtenidas por calostrómetro, por lo que ambos factores fueron independientes.

Tabla 5.11 Tabla de independencia entre las bufaleras, con respecto al refractómetro.

Bufalera/Refrac	1	2	3	4	Total
Alta calidad	3	2	5	15	25
	4.69%	3.13%	7.81%	23.44%	39.06%
Mediana calidad	4	0	2	7	13
	6.25%	0.00%	3.13%	10.94%	20.31%
Baja calidad	8	2	7	9	26
	12.50%	3.13%	10.94%	14.06%	40.63%
Total	15	4	14	31	64
	23.44%	6.25%	21.88%	48.44	100.00%

Ho= No existe dependencia entre ambos factores. Ha= Existe dependencia entre ambos factores.

El Test exacto de Fisher no encontró dependencia ($Pr=0.4606$, $P>0.05$) entre las bufaleras y las clasificaciones obtenidas por refractómetro, por lo que ambos factores fueron independientes.

5.6 Análisis de varianza entre las razas del estudio.

De acuerdo con el Test de Wilcoxon no se encontró ($P>0.05$) diferencia estadísticamente significativa entre las gravedades específicas ($Pr=0.3882$) y los grados Brix ($Pr=0.2853$) entre las razas del estudio (Bufalypso y Murrah); por lo tanto, la calidad calostrál obtenida de ambas razas fue similar. Por otra parte, el Test exacto Fisher no halló dependencia ($P>0.05$) entre las clasificaciones del calostrómetro ($Pr=0.7057$) y refractómetro ($Pr=0.7868$) de las razas estudiadas, por lo que la calidad del calostro obtenido por ambos instrumentos fue independiente entre las razas.

5.7 Análisis descriptivo de la PIT.

De 64 muestras, 59 (92.19%) arrojaron como resultado una transferencia de inmunidad pasiva exitosa y 5 (7.51%) transferencia de inmunidad pasiva nula (FTIP). El 50% de las muestras pertenecían a bucerros (machos) y el otro 50% a bucerras (hembras).

Tabla 5.12 Proteína sérica total en bucerros.

Datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
64	9.3593750	1.1563103	7.00000	12.0000

5.8 Correlación entre Brix sérico y ambos métodos de medición.

Se determinó el coeficiente de correlación de Spearman existente entre los Brix (%) séricos de cada bucerro, y la gravedad específica (g/ml) y los grados Brix (%) del calostro.

Tabla 5.13 Coeficientes de correlación Spearman entre los Brix séricos y los Brix calostrales.

	Vsuero	Refrac1	
Vsuero	1.00000	0.25686	≤0.05
Refrac1	0.25686	1.00000	≤0.05

Ho= No existe correlación entre ambos factores. Ha= Existe correlación entre ambos factores.

Se encontró una correlación positiva ($r=0.25686$, $P=0.04047$) entre los Brix del suero y los Brix del calostro siendo significativa ($P\leq 0.05$); por tanto, hubo una influencia de la calidad del calostro medida por refractómetro sobre la PIT.

Tabla 5.14 Coeficientes de correlación Spearman entre los Brix séricos y la gravedad específica calostrál.

	Vsuero	Calostró 1	
Vsuero	1.00000	0.19939	>0.05
Calostró 1	0.19939	1.00000	>0.05

Ho= No existe correlación entre ambos factores. Ha= Existe correlación entre ambos factores

No se encontró una correlación ($r= 0.19939$, $P= 0.11420$) entre los Brix del suero y las gravedades específicas del calostro, no siendo significativa ($P>0.05$); por tanto, no hubo una influencia de la calidad del calostro medida por calostrómetro sobre la PIT.

5.9 Análisis de varianza entre valor de suero de bucerro(a)s y las empresas bufaleras.

Se realizó un análisis de varianza de Fisher entre las bufaleras y la PIT obtenida en cada una de estas.

Tabla 5.15 Tabla de independencia entre las bufaleras y la PIT.

Bufalera/PIT	1	2	3	4	Total
Exitosa	12 18.75%	3 4.69%	13 20.31%	31 48.44%	59 92.19%
Nula	3 4.69%	1 1.56%	1 1.56%	0 0.00%	5 7.81%
Total	15 23.44%	4 6.25%	14 21.88%	31 48.44%	64 100.00%

Ho= No existe dependencia entre ambos factores. Ha= Existe dependencia entre ambos factores.

El Test exacto de Fisher encontró dependencia ($Pr=0.0212$, $P\leq 0.05$) entre la PIT obtenida por refractómetro y las bufaleras, por lo que ambos factores fueron dependientes.

Se analizaron las medias de los grados Brix séricos obtenidos en cada bufalera, a través, de la prueba de Tukey.

Tabla 5.16 Análisis de varianza de los grados Brix séricos de cada bufalera.

BUFALERA	N	MEDIA
1	15	8.4667b
2	4	8.8750ab
3	14	9.8929a
4	31	9.6129ab

Medias con diferentes letras difieren estadísticamente.

n= número de muestras

Se pudo observar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los Brix séricos obtenidos en las distintas bufaleras, excepto entre las bufaleras 1 y 3, donde se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P\leq 0.05$) entre sus medias.

5.10 Análisis de varianza de otras variables estudiadas en los bucerros.

La transferencia de inmunidad pasiva no varió ($Pr=1.0000$) entre bucerros de diferente sexo, así como tampoco difirió ($Pr=1.0000$) la PIT en bucerros nacidos de búfalas de 1 o más partos.

6. DISCUSIÓN.

Por medio del calostrómetro, el 64.06% de las muestras de calostro de búfalas de diferentes lactancias fueron clasificadas como de buena calidad; un estudio previo en hembras bovinas en México fue similar (56). Sin embargo, un mayor porcentaje (75.5%) fue determinado en cuatro lecherías bovinas de alta producción en Chile (3). Esto puede atribuirse a que en el presente trabajo la lectura con este instrumento se realizó a temperaturas entre los 20 a 25°C como lo expone Elizondo (2015). La densidad (g/ml) de la leche tiene que ser medida a 15°C (57). Temperaturas por encima de la adecuada el calostrómetro tiende a subestimar la calidad calostrada y temperaturas por debajo tiende a sobreestimar la calidad calostrada (47).

La media obtenida por el calostrómetro fue de 1.051 g/ml; una media (1.051g/ml) igual fue hallada en vacas lecheras en USA (43). Una media ligeramente superior al actual estudio (1.055.81 g/ml) fue determinada en Chile (3); esto debido al mayor número de muestras evaluadas en ese estudio con respecto al presente trabajo. Los valores máximos y mínimos obtenidos en el actual estudio fueron 1.077 y 1.027 g/ml respectivamente, valores muy similares (1.078 y 1.025 g/ml) fueron determinados en Chile (3). Igualmente, un valor mínimo similar (1.026 g/ml) fue hallado en USA y un valor máximo (1.085 g/ml) superior (43); en este último estudio la temperatura del calostro no fue medida al momento de la lectura con calostrómetro. Temperaturas por debajo de la adecuada el calostrómetro tiende a sobreestimar la gravedad específica, por tanto, la cantidad de IgG (47).

Por el refractómetro fueron clasificadas de buena calidad el 39.06% de las muestras. Un porcentaje superior (77%) fue obtenido en Italia en búfalas mediterráneas de primer parto (29); esto se debe al menor punto de corte (18%) utilizado para clasificar calostros de buena calidad, con respecto, al presente (22%) estudio. Además, de ser realizado en una granja experimental universitaria donde todas las

búfalas fueron sometidas a las mismas condiciones de manejo. Uno de los factores que influye en la variabilidad de lgs en el calostro en una misma especie es el manejo (29). Igualmente, un porcentaje superior (72,5%) fue obtenido en vacas (3). La caseína de la leche bufalina existe principalmente en forma micelar las cuales son de mayor tamaño que la de los bovinos (7). Los glóbulos de grasa y las micelas de caseína presentes en el calostro y leche de búfala pueden alterar el índice de refracción (58). Es posible que las diferencias en la composición del calostro de las diferentes especies, especialmente los altos niveles de grasa y sólidos totales puedan influir en los resultados obtenidos por refractómetro (20).

La media determinada por el refractómetro en la actual investigación fue de 19.17%; un valor superior (22.5%) fue obtenido por refractómetro digital en Italia (29). Esta diferencia se debe a que las búfalas de primer parto en Italia fueron alimentadas con concentrado y heno durante su gestación. El manejo nutricional de bovinos gestantes no solo influye en la condición corporal si no también en la calidad del calostro (10). Del mismo modo, se hallaron medias superiores (23.36%) en vacas Holstein en Chile (8) y (23.8%) USA (48). Estos mayores promedios pueden ser debidos al mayor número de calostros evaluados con respecto al presente estudio y que el refractómetro utilizado (de 0 a 90%) en la presente investigación, no ofreció la facilidad para distinguir claramente números enteros y decimales, influyendo en la subjetividad de la lectura. El nivel de grasa presente en el calostro puede resultar en una amplia banda de transición de color al leer el refractómetro (59). En la lectura del refractómetro óptico es mejor una línea definida a través de la escala que una banda ancha (20).

El valor mínimo obtenido en el actual estudio por el refractómetro fue 11.5%, valores similares 11% y 12% fueron encontrados en Chile (8) y USA (48), valores inferiores (10% y 9.5%) fueron registrados en Chile (3) y en Italia (29). El valor máximo registrado en el presente trabajo fue 33.5% con refractómetro óptico con escala de

0 a 90% en comparación con refractómetros ópticos con escalas de 0 a 32% (3,8,48).

Cuando se comparó el calostrómetro con el refractómetro, se determinó que el calostrómetro presentó un mayor porcentaje de calostros de buena calidad (64.06%) con relación al refractómetro (39.06%); estos hallazgos pueden atribuirse a que el calostrómetro tiende a sobreestimar la calidad calostrala, y a factores como contenido grasa y sólidos totales presentes en el calostro que pueden alterar su lectura; además, el calostrómetro presenta una baja sensibilidad (32%) para detectar calostro de baja calidad, como consecuencia, aumenta el porcentaje de falsos positivos (31).

Se obtuvo una correlación altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los resultados del calostrómetro y refractómetro en calostros de búfalas de diferentes lactancias; por lo tanto, ambos instrumentos clasifican la calidad del calostro de la misma forma. En bovinos se encontró una concordancia moderada ($k=0.4$) entre calostrómetro y refractómetro para clasificar calostros ≤ 50 mg/ml y >50 mg/ml de IgG, a través del coeficiente de Kappa de Cohen (3).

No existió diferencia estadísticamente significativa entre el número de partos y la calidad calostrala medida por calostrómetro y refractómetro en búfalas; por consiguiente, no hay aumento o disminución en la concentración de Igs a medida que aumenta el número de partos. Igales resultados han sido reportados en bovinos (3,20,44,60). Sin embargo, otros estudios han reportado una correlación positiva entre el número de partos y la calidad calostrala medida por calostrómetro (5,40) y refractómetro (49).

Se ha descrito que vacas con un mayor número de partos tienden a producir calostros de mejor calidad, debido a una mayor exposición a patógenos, mayor desarrollo y capacidad secretora de la glándula mamaria, y un mayor mecanismo

de transporte activo de Igs a la glándula mamaria (5,9,26,40). Buenos manejos sanitarios y alimenticios durante la gestación producen calostro de buena calidad en vacas de primer parto (3). Buenos niveles de Igs calostrales en novillas de primer parto pueden lograrse mediante un buen programa de vacunación desde la crianza (39).

A pesar de que no se halló diferencia estadísticamente significativa entre el número de partos y la calidad calostrual, se determinó que los mejores calostros (1.054.53 g/ml; 19.89%) se obtuvieron de búfalas de 2 a 4 partos, seguido por las búfalas de 1 parto (1.048.54 g/ml; 18.77%) y ligeramente por debajo de estas las búfalas de 5 y más partos (1.047.33 g/ml; 18.30%). Fortín y Perdomo (40) determinaron que la mejor calidad de calostro la producían vacas de dos y tres partos; por otro lado, un trabajo en Costa Rica estableció que la concentración de Igs en el calostro aumenta linealmente con el número de partos hasta llegar al cuarto, donde se estabiliza (5). A medida que aumenta el número de partos hay una cierta tendencia a la disminución de la gravedad específica del calostro (60). Resultados de refractómetros ópticos y digitales fueron similares o ligeramente superiores para novillas de primer parto en comparación con vacas de mayor edad (20). El 51.14% de las búfalas que hicieron parte del grupo de estudio de 5 y más partos eran búfalas mayores a 6 partos; de esta manera se demuestra que búfalas longevas tienden a producir calostro de baja calidad. Así mismo, también pudo influir el número de búfalas muestreadas (n=11) de 1 parto en comparación con las búfalas muestreadas de 5 y más partos (n=21). Novillas de primer parto son capaces de producir un calostro de igual o mayor calidad que vacas con dos o más partos (3). Búfalas de primer parto de la raza mediterránea fueron capaces de producir calostro de buena calidad (29).

Existió una diferencia estadísticamente significativa entre el número (4) de ordeños y la calidad calostrual medida por calostrómetro y refractómetro en búfalas; por lo consecuente, a medida que aumentó el número de ordeño disminuyó la calidad

calostrado. La calidad composicional del calostro se ve afectada por el número de ordeños realizados (1,10,44). La concentración de Igs por litro de calostro disminuye con los ordeños, hasta descender a menos de 1g por litro en la leche entera (9).

La densidad específica de la leche bovina equivale a 1.030 a 1.033 g/ml (57); y los grados Brix a 9,9% (61). En el presente estudio valores de gravedad específica (1.032.50 g/ml) y grados Brix (11.68%) llegaron a ser similares a los de la leche bovina a las 78 hrs (cuarto ordeño) posparto, por lo que se infiere que en búfalas la transición de calostro a leche es más rápida que en vacas. Hay una disminución en la concentración de Igs en el calostro de búfalas desde el primer ordeño, hasta convertirse en leche al quinto día posparto (62). En bovinos la leche entera se presenta después del octavo ordeño (3). Debido a una particularidad en su etología, la hembra bufalina parida se cohibe de rechazar crías ajenas al momento de amamantar; influyendo esto directamente sobre los resultados constatados en la presente investigación. Las búfalas a diferencia de las vacas amamantan con gran facilidad a otros bucerros que no son sus hijos (63).

La ligera diferencia entre los grados Brix de la leche bovina, con respecto a la bufalina, se debe a la mayor cantidad de sólidos totales presentes en esta última especie. La escala Brix mide la cantidad de sacarosa (azúcar) presente en una solución, pero al momento de ser utilizado en una solución que no contenga sacarosa estima la cantidad de sólidos totales (47,48).

No existió diferencia estadísticamente significativa entre la calidad calostrada evaluada por ambos instrumentos y las empresas bufaleras. Por lo tanto, la calidad del calostro obtenida de las 4 empresas fue similar. En lecherías bovinas, hubo diferencias entre sus calidades calostradas debido a buenas prácticas de manejo, como vacunación oportuna y una buena alimentación durante el período seco y parto (3). En el presente estudio los bufalinos contaron con las mismas condiciones agroecológicas y alimenticias lo que pudo generar calostros con

similares contenidos de Igs. Factores como tipo de alimentación, condición ambiental, estado sanitario y demás, determinan la composición del calostro y leche bufalina (23). además, no hubo una recolección y evaluación homogénea del número de muestras por empresa.

Al considerar el efecto raza sobre la calidad calostrual, no se encontró diferencia estadísticamente significativa. Similares resultados fueron encontrados en vacas lecheras en Costa Rica (5) y USA (4). Sin embargo, un estudio en USA encontró diferencias entre la concentración de Igs de calostro de 5 razas bovinas lecheras (64). La concentración de Igs en el calostro al momento del parto es altamente variable entre vacas (19). En el presente estudio, la cantidad de búfalas de raza Murrah (No=22) fue inferior a búfalas de la raza Bufalypso (No=42) lo cual pudo influir en los resultados. El efecto que tiene la raza sobre la concentración de Igs carece de estudios consistentes (19).

Solo el 7.51% de los bucerros(a) evaluados en el actual estudio, presentaron una FTIP. Valores superiores (12.9%; 15%) fueron encontrados en bucerros(a) en Costa Rica y Italia (2,29). En un estudio realizado en Brasil no encontraron bucerros(a) con FTIP (6); esto pudo deberse a que en la presente investigación búfalas presentaron calostro de baja calidad en comparación al estudio de Brasil donde ninguna búfala presento una calidad de calostro inadecuada. Los valores de FTIP encontrados en el presente estudio contrastan drásticamente con aquellos reportados en terneros 25% y 43.3% respectivamente (65,66); esta diferencia entre especies puede deberse a la vigorosidad y vitalidad para incorporarse en cuatro patas con la que nacen los neonatos bubalinos, reduciendo el tiempo de ingesta de calostro. El bucerro levanta la cabeza, se coloca en una posición ventral-esternal y comienza a intentar ponerse de pie hasta lograrlo con éxito, luego, se acerca a la ubre para comenzar a mamar dentro de las primeras 3 horas de vida a diferencia de lo observado en bovinos, donde hay terneros que no logran mamar en las primeras 6 horas (67). Comunicación personal del MVZ Mauricio Berrocal: Bucerros

están mamando (30 min) y nadando detrás de sus madres, 60 min después haber nacido en la mojana sucreña y el Sinú. El tiempo medio entre el nacimiento y la primera lactación de bucerros es de 212 ± 110 min (29,67).

La media de Brix séricos en el presente estudio fue de 9.3%; valores similares fueron encontrados en bucerros 9.6% (29) y en terneros 9.2% (50) y 8.9% (54). Un valor ligeramente inferior (8.75%) fue reportado en terneros en Canadá, debido a una alta proporción de calostros de baja calidad (66). Buenos niveles de Igs séricas en el ternero dependen de la calidad del calostro consumido en las primeras 24 horas (41). Los valores máximos y mínimos obtenidos en el actual estudio fueron 12% y 7% respectivamente, valores similares fueron encontrados en terneros (12% y 6.5%) en USA (54) y bucerros (11% y 7.8%) en Italia (29).

Se obtuvo una correlación estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre los Brix séricos medidos en bucerros(a) y los Brix calostrales de búfalas; por tanto, hubo una relación entre las lecturas realizadas por el refractómetro al calostro y el grado de PIT de los bucerros. Una correlación altamente significativa (≤ 0.01) fue determinada en búfalas y bucerros de la raza Mediterránea (29). El aumento de las concentraciones de proteínas séricas totales en el suero de bucerros(a) se debe principalmente a la absorción de las Igs presentes en el calostro (2,29). No existió una correlación estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los Brix séricos de bucerros(a) y las gravedades específicas medidas en el calostro de búfalas; por ello, no hubo una relación entre las lecturas realizadas por el calostrómetro y el grado de PIT de los bucerros. Un estudio en bovinos encontró una correlación media ($P \leq 0.05$) entre la densidad del calostro medida por calostrómetro y la concentración de proteínas séricas medidas por refractómetro (41). El 48.44% de las muestras fueron tomadas de la empresa bufalera No.4 donde se presentó una incidencia de enfermedades nerviosas, digestivas y respiratorias después de 8 días de nacidos los bucerros(a); aumentando proteínas de origen inflamatorio, influyendo esto directamente sobre la lectura de los Brix séricos e incrementando el número de

falsos positivos. Estas alteraciones me pudieron influir en las correlaciones estadísticas con los resultados calostrales.

Problemas de inflamación o activación de complejos inmunes aumentan la concentración de PST (10). Las globulinas comprenden no sólo inmunoglobulinas, sino también proteínas de fase aguda, que podrían aumentar durante la inflamación (68). Altas concentraciones de globulinas se relacionan con neumonía, abscesos hepáticos o problemas relacionados con la función hepática (10).

De las cuatro empresas bufaleras dos presentaron diferencias significativas entre sus valores de PIT; esto puede deberse al manejo de la maternidad. El control cuidadoso al nacimiento y la ingesta oportuna de calostro inmediatamente después del nacimiento (dentro de 3 hrs) pueden influir positivamente en el éxito de la transferencia inmunidad pasiva en bucerros (29).

El 6.25% de los bucerros y 9.37% de las bucerras presentaron niveles inadecuados de PIT, por consiguiente, no hubo diferencia estadísticamente significativa para hembras y machos; el sexo del bucerro no influyó en el grado de PIT. Similares resultados fueron registrados en bucerros en Costa Rica, donde no hallaron diferencias significativas entre hembras y machos (2). Sin embargo, es común encontrar niveles más bajos de PST en neonatos machos que en hembras, ya que estos, presentan un mayor peso al nacimiento, por ende, un mayor volumen del plasma (69).

En el presente estudio no se presentó diferencia estadísticamente significativa entre la PIT de los bucerros(a) y el número de parto de las búfalas estudiadas; por consiguiente, no hubo un aumento o disminución en la presentación de FTIP a medida que aumentó el número de partos. En Costa Rica presentaron mayores concentraciones de PST crías nacidas de búfalas de dos partos que aquellas nacidas de búfalas de cinco y más partos; atribuyéndole esta diferencia a una

dificultad alimenticia de los bucerros(a), por ubres descolgadas que limitaron la ingesta de calostro de las búfalas de cinco y más partos (2).

Se observó en campo que calostros de consistencia espesa y de color amarillo o crema presentaron una tendencia a ser los de mejor calidad. El color amarillo saturado está asociado a calostros de buena y excelente calidad en vacas doble propósito (44). El color, la consistencia o la textura no son indicadores de la calidad del calostro, ya que estas características están relacionadas con algunos componentes del calostro como grasa, minerales, vitaminas (27).

7. CONCLUSIONES.

El uso de calostrómetro y refractómetro grados Brix en búfalas no han sido descritos como evaluadores de la calidad calostrál, así como tampoco la PIT en bucerros en América, por esta razón, el presente estudio constituye el primer trabajo que evalúa la calidad calostrál y la PIT por medio de estos instrumentos en esta especie en el continente.

El calostrómetro o refractómetro, pueden ser usados como instrumentos para el manejo del calostro en las distintas empresas bufaleras y su adopción depende del criterio económico y la capacitación del personal para utilizar entre un instrumento u otro.

La presentación del síndrome infeccioso neonatal en la empresa bufalera No. 4, se debió a la falta de planes de prevención contra enfermedades neonatales y aquellas asociadas a sus madres, por tal motivo, se hace necesario la implementación de un excelente protocolo de profilaxis.

La lectura de PST por medio del refractómetro se ve afectada en empresas bufaleras donde halla presencia de enfermedades neonatales, debido a la presencia de proteínas inflamatorias de fase aguda que incrementan los niveles de PST.

La composición del calostro bufalino puede afectar las lecturas del calostrómetro y refractómetro, por ende, se hace necesario la realización de más estudios para esclarecer más interrogantes.

La ingesta de calostro constituye la mejor herramienta y la más barata para mejorar los procesos de crianza en bucerros, disminuyendo la mortalidad y afecciones como diarreas, cólicos, deshidrataciones, neumonías, entre otras.

8. RECOMENDACIONES.

Debido al alto contenido de grasa en el calostro y leche de búfalas, se recomienda el uso de refractómetro digital que muestra una lectura precisa.

Se recomienda la implementación vigente de planes sanitarios que acobijen enfermedades infecciosas que puedan afectar la salud de los bucerros(a), ya sea por su predisposición etaria o por la relación con sus progenitoras.

Para la implementación de un banco de calostro en búfalas se recomienda la conservación de calostro dentro de las primeras 24 horas posparto de hembras entre 3 y 4 partos. Convirtiéndose esta práctica en una estrategia primordial en el manejo neonatal, que mejorará índices de producción y desempeño individual durante toda la vida de las crías.

Al momento de realizar un programa de monitoreo del grado de PIT en una empresa bufalera por medio de refractómetro, se recomienda tener en cuenta la presencia de problemas infecciosos en la maternidad; con el fin de discernir la lectura correctamente y no se cometan errores.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. Menares C. Efecto del uso del calostro comercial sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein nacidos en invierno. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 2011; 87p.
2. Cáseres B, Elizondo J. Transferencia de inmunidad pasiva en buceras y bucerros y su influencia en la etapa de pre-destete. Agronomía mesoamericana. 2013; 24(2):277-284. <https://doi.org/10.15517/AM.V24I2.12526>
3. Matamala N. Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2014; 55p.
4. Morrill KM, Conrad E, Lago A, Campbell J, Quigley J, Tyler H. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. Journal of Dairy Science. 2012; 95(7):3997-4005. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-5174>
5. Elizondo J. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica. Agron. Mesoam. 2015; 26(1):27-32. <http://doi.org/10.15517/am.v26i1.16890>
6. Souza DC, da Silva DG, Fonseca LCC, de Castro Fiori L, Monteiro BM, Bernardes O, et al. Passive immunity transfer in water buffaloes (*Bubalus bubalis*). Front. Vet. Sci. 2020; 7:247. <http://doi.org/10.3389/fvets.2020.00247>
7. Quiroga D. Análisis comparativo en la producción de leche y peso al destete en búfalas lechera (*Bubalus bubalis*) bajo uno y dos ordeños diarios en el último tercio de lactancia en una bufalera en el municipio de Pelaya (Cesar). Programa de Medicina Veterinaria. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 2015; 54p. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/213
8. Lozic S. Calibración de refractómetro Brix para la determinación del contenido de Inmunoglobulina G en calostro bovino. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 2013; 37 p.
9. Botero J. Manejo Perfecto del Calostro. Dairy Tech Incorporated. 2013; 119-128. <https://docplayer.es/43397759-Manejo-perfecto-del-calostro.html>

10. Castrillón M. Indicadores de inmunidad pasiva y activa en neonatos bovinos de madres vacunadas y no vacunadas con una bacterina comercial. Departamento de ciencia animal. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 2020; 93p.
11. Guzmán V, Olivera M. Calostrogénesis, digestión y absorción del calostro. La lactancia vista desde múltiples enfoques. Primera parte: biología e inmunología. Editores Olivera M, Huertas O. Universidad de Antioquia. Colombia. 2020; 145p. ISBN: 978-958-5596-66-5
12. Tipán M. Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino. Facultad de ciencias de la salud. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador. 2020; 68p.
13. Zava M. Los Búfalos en la India, Bulgaria, Italia. I Curso de Búfalos. San Fernando de Apure, Venezuela. 1982. 33-35.
14. Asociación colombiana de criadores de búfalos (ACB). Más de 100 preguntas sobre los búfalos. Editorial Asobúfalos. 2016; 4 edición:94p.
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). Dairy animals Buffaloes. 2021. <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/buffaloes/es/>
16. Nascimento C. Generalidades en criação de búfalos, alimentação, manejo, melhoramiento, e instalações. Capítulo I, Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuaria, Brasília. 1993; 403p.
17. Bustamante C. Evaluación de la suplementación alimenticia en búfalas (*bubalus bubalis*), durante el primer tercio de la lactancia, en un sistema de producción en trópico húmedo, en zona ecológica interandina en Colombia. Departamento de ciencia animal. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 2011; 117p.
18. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2021. Censo pecuario nacional. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
19. Elizondo J. Alimentación y manejo del calostro en el Ganado lechero. Agronomía Mesoamericana. 2007; 18(2):271-281. <http://doi.org/10.15517/AM.V18I2.5057>
20. Biemann V, Gillan J, Perkins NR, Skidmore AL, Godden S, Leslie KE. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum

- quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93(8):3713-3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943>
21. González E. Efecto de la pasteurización de calostro bovino sobre sus propiedades fisicoquímicas, sanitarias e inmunológicas. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Guadalajara, México. 2015; 101p.
 22. Mella AC. Factores a considerar para el logro de una adecuada alimentación con calostro. Circular de extensión técnico ganadera. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2003; 29(1):6-14.
 23. Varela E, Cardona J. Evaluación de un método de crianza artificial en bucerros (*Bubalus bubalis*) descendientes de las razas murrh y mediterránea, en la región huetar norte de Costa Rica. Escuela de agronomía del instituto tecnológico de Costa Rica. 2014; 6p.
 24. Da Silva MC, Queiroz W, Didonet LH, Gomez VW. Colostrum and serum protein levels in water buffaloes. *Pesq agropec bras*. 1993; 28(6):751-757. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/105436>
 25. Lora I, Gottardo F, Contiero B, Dall Ava B, Bonfanti L, Stefani A, et al. Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 152:12-15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>
 26. Casas M, Canto f. La importancia del calostro en el bovino. Instituto Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2015; 2p. <https://www.produccion-animal.com.ar>
 27. Campos R, Carrillo A, Loaiza V, Giraldo L. El Calostro: Herramienta para la Cría de Terneros. Departamento de ciencia animal. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 2007; 12p.
 28. Ponce J. Efecto de tratamiento térmico en campo al calostro bovino sobre la concentración de inmunoglobulinas, la falla de transferencia de inmunidad pasiva y la contaminación bacteriana. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Guadalajara, México. 2017; 138p.
 29. Giammarco M, Chincarini M, Fusaro I, Manetta AC, Contri A, Gloria A, et al. Evaluation of Brix Refractometry to Estimate immunoglobulin G Content in Buffalo Colostrum and Neonatal Calf Serum. *Rev Animals*. 2021; 11(9):2616. <https://doi.org/10.3390/ani11092616>

30. Morrill KM, Conrad E, Polo J, Lago A, Campbell J, Quigley J, et al. Estimate of colostral immunoglobulin G concentration using refractometry without or with caprylic acid fractionation. *Journal of Dairy Science*. 2012; 95(7):3987-3996. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-5104>
31. Godden S. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin Food Anim*. 2008; 24(1):19-39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
32. Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin Food Anim*. 2019; 35(3):535-556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
33. Gutiérrez J. *Inmunología veterinaria*. Editorial el Manual Moderno. 2010; 361p. ISBN: 978-607-448-147-1
34. De Dios M, Acosta G. *Guía de inmunohistoquímica para técnicos*. Instituto Nacional del Cáncer. Buenos Aires. 2018; 1 edición: 46pag. ISBN 978-987-3945-59-5.
35. Hurley WL, Theil PK. Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk. *Nutrients*. 2011; 3(4):442-474. <https://doi.org/10.3390/nu3040442>
36. Baumrucker CR, Bruckmaier RM. Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. *J Mammary Gland Biol Neoplasia*. 2014; 19(1):103-117. <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313-5>
37. Cervenak J, Kacs Kovics I. The neonatal Fc receptor plays a crucial role in the metabolism of IgG in livestock animals. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2009; 128(1-3):171-177. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2008.10.300>
38. Braun U, Krüger S, Hässig M. Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during the first 100 days of life in calves. *Research in Veterinary Science*. 2013; 95(2):326-333. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.03.019>
39. Arancibia R. Manejo del ternero recién nacido. *TecnoVet*. 2009; 15(1):4p.
40. Fortín AM, Perdomo JJ. Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. *Escuela agrícola panamericana*. Zamorano, Honduras. 2009;18p.

41. Tello Á, Zedeño J. Relación de la densidad del calostro y la refractometría del suero sanguíneo en el desarrollo de terneros hasta los 60 días de nacidos. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 2015; 21p.
42. Dairy Australia. Tools to determine colostrum quality. 2012; 2p.
43. Morin DE, Constable PD, Maunsell FP, McCoy GC. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2001; 84(4):937-943. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74551-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74551-1)
44. Reyes L, Parra J, Flórez H. Concentración de inmunoglobulina G en calostro bovino en cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* en los primeros tres días pos parto. *Orinoquia*. 2016. 20(1): 39-45. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-37092016000100004&script=sci_abstract&tlng=en
45. Chigerwe M, Tyler J, Middleton J, Spain J, Dill J, Steevens B. Comparison of four methods to assess colostrum IgG concentration in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*. 2008; 233(5):761-766. <https://doi.org/10.2460/javma.233.5.761>
46. Fleenor W, Stott G. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 1980; 63(6):973-977. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7)
47. Heinrichs J, Jones C. Colostrum management tools: hydrometers and refractometers. Penn State Extension. 2011.
48. Quigley JD, Lago A, Chapman C, Erickson P, Polo J. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(2):1148-1155. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5823>
49. Morrill KM, Robertson KE, Spring MM, Robinson AL, Tyler HD. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze–thaw cycles on evaluating colostrum quality. *Journal of dairy science*. 2015; 98(1):595-601. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8730>
50. Deelen SM, Ollivett TL, Haines DM, Leslie KE. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(6):3838-3844. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-7939>

51. Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE, Barrington GM. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J Vet Intern Med.* 2000.14(6): 569-577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>
52. Rey L, Velásquez G. Evaluación de pruebas de turbidez de sulfato de zinc y de precipitación de sulfato de sodio como determinantes diagnósticos de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas en potros de 12 a 36 horas de nacidos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio, Colombia. 2017; 60p.
53. Bücher D. Guía técnica para evaluación de calostro mediante refractómetro. 2017; 2p.
54. McCracken MM, Morrill KM, Fordyce AL, Tyler HD. Evaluation of digital refractometers to estimate serum immunoglobulin G concentration and passive transfer in Jersey calves. *Journal of dairy science.* 2017; 100(10):8438-8442. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12847>
55. Mrad A. Ética en la investigación con modelos animales experimentales. Alternativas y las 3 RS de Russel. Una responsabilidad y un compromiso ético que nos compete a todos. *Rev Col Bioética;* 2006. 1(1):163-184.
56. Medina CM. Transferencia de la inmunidad a las becerras. Memorias del III Foro sobre Tópicos Selectos en Producción Animal. Avances de Inmunología Aplicada a la Producción Animal. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. México. 2012; 45-119.
57. Decreto 616. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano. Ministerio de la Protección Social. Colombia. 2006; 32p. <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>
58. Fox PF, McSweeney PLH. Milk Lipids. Dairy chemistry and biochemistry. Blackie Academic Profession. 1998.
59. Dinsmore P, Skidmore A. Comparison of Brix (sugar) refractometer and colostrometer for evaluation of colostrum quality in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2008; 91(1):355.
60. Flores R, Romero A. Calidad del calostro y estatus inmunitario de terneras en su primera semana de vida por medio de la densidad de proteínas séricas en cuatro ganaderías de lecheras del departamento de Sonsonate. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de El Salvador. 2013; 65p.

61. Angulo R, Beltrán P, Fernández G, Fuentes R, Leyva C, Pardo F. Efecto de concentración de sólidos en la temperatura de ebullición de la leche de cabra y vaca. *Agroind Sci.* 2013; 3(2):101-106. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2013.02.03>
62. El-Fattah AMA, Rabo FHRA, El-Dieb SM, El-Kashef HA. Changes in composition of colostrum of Egyptian buffaloes and Holstein cows. *BMC Veterinary Research.* 2012; 8(19):1-7. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-19>
63. Pérez A. El búfalo, una opción de la ganadería. *REDVET Rev electron vet.* 2007; 8(8):1-23. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807.html>
64. Muller LD, Ellinger DK. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Scienc.* 1981; 64(8):1727-1730. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82754-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82754-3)
65. Morrill KM, Polo J, Lago A, Campbell J, Quigley J, Tyler H. Estimate of serum immunoglobulin G concentration using refractometry with or without caprylic acid fractionation. *Journal of dairy science.* 2013; 96(7):4535-4541. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5843>
66. Elsohaby I, McClure JT, Waite LA, Cameron M, Heider LC, Keefe GP. Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *Journal of dairy science.* 2019; 102(1):567-577. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>
67. Lanzoni L, Chincarini M, Giammarco M, Fusaro I, Gloria A, Contri A, et al. Maternal and neonatal behaviour in Italian Mediterranean buffaloes. *Animals.* 2021; 11(6):1584. <https://doi.org/10.3390/ani11061584>
68. Bobbo T, Fiore E, Gianesella M, Morgante M, Gallo L, Ruegg PL, et al. Variation in blood serum proteins and association with somatic cell count in dairy cattle from multi-breed herds. *Animal.* 2017; 11(12):2309-2319. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001227>
69. Quigley JD, Drewry JJ. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre-and postcalving. *Journal of Dairy Science.* 1998; 81(10):2779-2790. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9)

ANEXOS

Anexo 1.
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS

Protocolos para encuestas a nivel de bufalera
DETERMINACIÓN DE FACTORES GENERALES, POBLACIONALES, SANITARIOS Y DE
RUTINA DE ORDEÑO

ENCUESTA No _____ **Fecha:** _____

I. FACTORES GENERALES:

1. Nombre de bufalera: _____
2. Ubicación/Municipio _____ 3. Vereda/corregimiento _____
4. GPS _____
5. Propietario _____
6. Ubicación del propietario o administrador _____
7. Teléfono: _____ 8. E-mail _____
- 8 ¿Administra directamente la bufalera? Si No
9. Tiene certificación BPG ICA la bufalera? Si No Otra: si_ No_ Cual _____
10. ¿Tiene estudios relacionados con el agro, el propietario? Si No
11. ¿Qué profesión tiene? Veterinario: Zootecnista: MVZ: Agrónomo:
Administrador agropecuario: Otro?: _____
12. ¿Cuenta la bufalera con asistencia técnica veterinaria? Si No
13. En caso afirmativo es: Integral Mensual Esporádica Otra ¿Cuál? _____
- 14 ¿Qué aspectos son atendidos por el veterinario?
Nutrición Reproductivos Salud Mastitis Otros ¿Cuál? _____
- 15 ¿Escolaridad del mayordomo o encargado? Primaria Bachillerato Técnico pecuario
Profesional del agro Otra ¿Cuál? _____
- 16 ¿Llevan registros de producción? Si No 17 ¿En caso afirmativo son?
Tarjetas individuales Cuadros Cuadernos Sistematizados
- 17 ¿Los animales están identificados? Si No
- 18 ¿Identifican con: Hierro candente Orejeras plásticas Tatuaje Microships
- 19 ¿Hay registros de salud? Si No
- 20 ¿MV asesora con un programa de sanitario de hatos? Si No
- 21 ¿MV asesora programa control de mastitis y calidad de la leche? Si No
- 22 ¿Las búfalas se meten en represas, aguas estancadas, lodos? Si No
- 23 ¿Existe potrero de maternidad? Si No 24. Existe potrero hospital? Si No
- 24 ¿A los cuantos meses de lactancia se hace el destete o secado? _____
- 25 ¿Se hace terapia de búfala seca (TBS)? Si No

II. FACTORES POBLACIONALES:

- 26 ¿Área total de la bufalera? _____ Hectáreas.
- 27 ¿Área dedicada a la explotación lechera? _____ Hectáreas.
- 28 Número de Búfalas en ordeño (BO) _____ Condición corporal (BO) media (0-5) _____
- 29 Número de Búfalas secas (BS) _____ Condición corporal (BS) media (0-5) _____
- 30 La Condición corporal de la Búfalas al parto es (0-5) _____
- 31 ¿Las razas y/o cruces predominantes son? _____
- 32 ¿La producción promedio de leche Búfala a-día es de? _____ litros
- 33 ¿El total de búfalos en la finca es de: _____
- 34 ¿Hay animales en la finca, diferentes a los búfalos? Si No

35 ¿Cuáles? _____

III. RUTINA DE ORDEÑO.

- 36 ¿Tiene un área destinada únicamente para el ordeño? Si No
- 37 ¿El tipo de superficie es de?
Tierra Cemento Pasto Arcilla Otro ¿Cual? _____
- 38 ¿El corral o sitio de ordeño tiene techo? Si No
- 39 ¿El tamaño del corral es de? _____ mts²
- 40 ¿El área por animal es de? _____ mts²
- 41 ¿Divide las búfalas por lote al ordeñar? Si No
- 42 ¿Cuántas veces se ordeña en el día? _____
- 43 ¿Cuántas veces apoya o trae al bucerro para estimular la búfala? _____
- 44 ¿Manean las búfalas para ordeñar? Si No
- 45 ¿Los ordeñadores son las mismas personas que manejan? Si No
- 46 ¿Hay ordeñadores de sexo? Masculino Femenino Ambos sexos
- 47 ¿Los ordeñadores usan guantes? Si No
- 48 ¿Las manos de los ordeñadores están limpias? Si No
- 49 ¿En las manos de los ordeñadores hay anillos? Si No
- 50 ¿Las uñas de los ordeñadores están cortas y limpias? Si No
- 51 ¿El ordeño se hace con apoyo de bucerro? Si No
- 52 ¿Se hace y evalúa el despunte? Si No
- 53 ¿El despunte se hace?
Al piso A la mano Jarro de fondo oscuro A la bota
- 54 ¿En caso de encontrar una búfala con mastitis clínica se hace?
Se ordeña inmediatamente La ordeña de última
- 55 ¿El despunte se hace antes del mamado de los bucerros? Si No
- 56 ¿En los pezones se hace?
Lavado Presellado Lavado+presellado Ninguna práctica
- 57 ¿El método de lavado de los pezones?
Agua a chorro Agua en balde Agua+trapo
Agua+papel periódico Agua+desinfectante
- 58 ¿Secan lo lavado o presellado? Si No
- 59 ¿Cuándo se hace el presellado cuanto se espera para secar? _____
- 60 ¿El principio activo del presellador es? _____
- 61 ¿Prueba del guante blanco? Excelente Aceptable Deficiente
- 62 ¿El ordeñador empieza por?
Cuartos traseros Cuartos delanteros Cruzados
- 63 ¿El tiempo promedio en minutos de ordeño por búfala es de? _____
- 64 ¿Finalizado el ordeño sellan los pezones? Si No
- 65 ¿Qué producto utilizan como sellador? _____
- 66 ¿Es correcta la cobertura del sellador? Si No
- 67 ¿Finalizado el ordeño vuelven los bucerros a mamar? Si No

IV. FACTORES SANITARIOS

- 68 ¿Se descartaron Búfalas por mastitis clínica en el último año? Si No
- 69 ¿Cuántas búfalas se descartaron por mastitis en el último año? _____
- 70 ¿Número de casos de mastitis clínica en los 2 últimos meses fue de? _____
- 71 ¿Se toman muestras regularmente para diagnosticar mastitis? Si No
- 72 ¿El MV, MVZ deja recomendaciones por escrito para mastitis? Si No
- 73 ¿Realizan el CMT? Si No
- 74 ¿Quién realiza el CMT? Veterinario-asistente Mayordomo
Otro veterinario Técnicos (tipo SENA) Dueño
- 75 ¿Frecuencia del CMT es?
Semanal Quincenal Mensual Bimensual Semestral

- 76 ¿Conoce que es la terapia de la búfala seca (TBS)? Si No
- 77 ¿El secado de la lactancia de las búfalas se hace?
Drástico Intermitente Otro ¿Cuál? _____
- 78 ¿Hacen desinfección de la punta del pezón al realizar la TBS? Si No
- 79 ¿La inserción de la cánula es? Total Parcial
- 80 ¿La terapia de la búfala seca se realiza?
A todas las búfalas Algunas búfalas
- 81 ¿Se usa un solo producto para la TBS? Si No Otro ¿Cuál? _____
- 82 ¿Hay un programa rutinario de salud de glándula mamaria? Si No
¿Cuál? _____
- 83 ¿Sabe que son los inhibidores en la leche? Si No
- 84 ¿Cómo identifican las búfalas tratadas con antibióticos?
Marcan Memoria de los ordeñadores Revisan registros
- 85 ¿Cuándo trata las búfalas con antibióticos, esta leche va a?
Venta \$ Autocósumo humano Autoconsumo otros animales de la finca
- 86 ¿Hay moscas sobre los animales? Si No
- 87 ¿Hay garrapatas sobre los animales? Si No
- 88 ¿Es efectivo el programa de control de moscas que aplica? Si No
- 89 ¿Considera un problema la presencia de moscas? Si No
- 90 ¿Se hace recorte de los pelos de las ubres? Si No
- 91 ¿Se hace recorte de los pelos de la borla? Si No
- 92 ¿En cuánto a limpieza cómo se ven las colas? Limpias Sucias
- 93 ¿Se hace inspección de la ubre en las bucerras? Si No
- 94 ¿Se recortan pezones supernumerarios? Si No
- 95 ¿Se filtra la leche? Si No 96 ¿El tipo de filtro es? _____
- 97 ¿Cada cuánto litros cambia el filtro?
- 98 ¿La leche la conserva en?: Cantinas de acero inoxidable
Canecas plásticas Baldes Tanques de enfriamiento
- 99 ¿Usan primero agua para remojar estos recipientes? Si No
- 100 ¿Emplean detergentes para lavados recipientes o jabones? Si No
- 101 ¿Desinfectan las cantinas con?
Agua caliente Productos clorados Productos yodados
- 102 ¿La conservación de la leche se hace bajo: Sombra Sol
- 103 ¿Entre La finalización del ordeño y la entrega de la leche caliente es de? _____ horas.
- 104 ¿A quién le vende la leche? _____
- 105 El desarrollo de los neonatos es: frágil _____ normal _____ vigoroso _____
- 106 La mayor morbilidad en neonatos es: diarreas% _____ neumonías% _____ de piel% _____ Otra% _____
cual? _____
107. Se hace recorte de pezones supernumerarios en hembras recién nacidas? Si _____ No _____
108. A los cuantos días se inicia el ordeño posparto? _____ 109. El ordeño se hace con apoyo de la cría? Si _____ No _____ 109. 110. Si la cría es artificial, diga el lacto reemplazador usado _____ concentración en la dieta diaria _____ Cantidad suministrada _____
- RESPONSABLE _____

Anexo 2.

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS**

Hoja de registro de aplicación Prueba calostrómetro y refractómetro

Bufalera _____ Cría: _____

Propietario _____

Dirección _____ Teléfono _____

Fecha _____ Hora de muestreo calostro _____

Identificación búfala _____ No Cuartos perdidos? __ Cuál? AD__ AI__ PD__

PI__ Ciegos? _____

Nº de Lactancias (partos): 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ > 6 _____

Raza o cruce _____

Número de búfalas muestreadas _____

Calostrómetro valor 1 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Calostrómetro valor 2 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Calostrómetro valor 3 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Calostrómetro valor 4 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

No recipiente con muestra suero búcerro _____

Valor en suero búcerro de 2 a 7 días de nacido _____ TIP Exitosa__ Nula__

Refractómetro valor 1 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Refractómetro valor 2 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Refractómetro valor 3 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Refractómetro valor 4 ordeño _____ Alto__ Medio__ Bajo__

Vitalidad observada en el bucerro/a: alta__ Media__ Baja__

Morbilidad del (bucero/a): Ninguna__ Diarrea__ Neumonía__ Fiebre__ Otra__

Cuartos positivos a mastitis clínica búfala _____ cuáles cuartos? _____

Condición corporal búfala (0-5) _____ Temperatura corporal °C _____

Parto: Normal__ Con ayuda__ Tracción forzada__ Otro__

Expulsión de placenta: Normal__ Retención__,Otra?__ Cual? _____

OBSERVACIONES _____

Responsable: _____