

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Evaluación de dos concentrados iniciadores con diferentes niveles de proteína en becerras Holstein del nacimiento al destete.

Por:

EVELIN DONAJI LEYVA GONZÁLEZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación de dos concentrados iniciadores con diferentes niveles de proteína en becerras Holstein del nacimiento al destete.

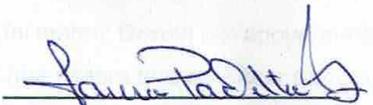
POR:

EVELIN DONAJI LEYVA GONZÁLEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA


Dra. Laura E. Padilla González
Asesor Principal

Aprobada por:


M.C. Arturo Ruíz Hernández
Asesor


Dr. Roberto García Elizondo
Asesor


Ing. Alberto Rodríguez Hernández
Asesor


Dr. José Duenes Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2019

AGRADECIMIENTOS

Después de varios años llegué a la meta que siempre vi tan lejos y ahora empiezo a seguir una nueva.

Agradezco a todos los que estuvieron conmigo, a los que de cualquier forma fueron apoyo y fueron parte de estos años; pero más allá, este es un agradecimiento a mi familia por darme la confianza y la libertad de perseguir lo que quería, por ser mi soporte incondicional y mi segundo aire en incontables ocasiones. Este es el principio y no el final, pero es mi logro más grande y se los entrego.

Primero que nada, agradezco a **Dios** por darme la oportunidad de concluir una etapa más en mi vida tomada de su mano en todo momento y por acompañarme a cualquier lugar.

A mi abuelita: mi **mami Lupita** por apoyarme desde un inicio en esta aventura y siempre creer en mí, y ser el principal motor y por la que día a día continuaba lejos y echándole ganas a cada paso que daba.

A mi mamá: **Donaji** por apoyarme siempre en cada una de mis decisiones sin importar lo que tuviera que sacrificar para que yo lograré lo que quería y estar al pie del cañón en todo momento.

A mi hermano: **José Herón** por estar a mi lado en cada paso y ayudarme con todo a pesar de que no tenemos los mismos gustos, jamás me dejaste sola y eso es algo que valoro mucho.

A mi papá: **Hugo** porque a pesar de no estar muy convencido de dejarme ir tan lejos y estudiar esta carrera me apoyaste y estuviste al pendiente como siempre.

A todos y cada uno de los integrantes de la familia **Leyva González** en especial a **Maritza, Lilia, Francisco, Roberto, Miguel, Ivonne** por estar conmigo en todo este proceso, apoyarme y echarme ánimos.

A mi abuelo: **Juan** por inspirarme para hacer una tesis ya que su dicho era que todo hombre antes de morir debe plantar un árbol, escribir un libro y tener un hijo.

A mis hermanos **Ohtokani, Rodrigo, Mauricio, Luis** que, aunque no son de sangre se comportaron como tal y estuvieron conmigo en las buenas, en las malas y en las peores siempre apoyándonos y obvio molestando como solo ellos saben, gracias por corregirme cuando me equivoqué y sin duda alguna levantarme cuando caí sin ustedes no hubiera llegado hasta este punto.

Al **Dr. Arturo** por poner un granito de arena en toda mi formación tanto personal como profesionalmente. Gracias por transmitirme sus conocimientos y enseñarme casi todo lo que sé acerca de la producción de leche y no nada más eso sino a ser una mejor persona cada día.

A mi maestra: **Dra. Laurita** por ser una magnífica profesora como son pocos lo son, enseñarme en lo profesional y en la vida al mal tiempo darle prisa y buena cara. Gracias por apoyarme en este trabajo y dedicarme su valioso tiempo.

Al **Dr. Elizondo** por ser un gran profesor y enseñarme a analizar las situaciones y sacar provecho de ello.

Al **M.C. Alberto** porque a pesar de no conocerme me apoyó en todo momento y me transmitió sus conocimientos.

Al **Dr. Dueñez** por ser un gran apoyo brindado a lo largo de la carrera donde siempre encontré un buen profesor y consejero, gracias por todo.

Al **ING. Villaseñor** por haberme creado un gusto y pasión por mi carrera al igual que a todos los profesores que ayudaron a mi formación a lo largo de mi carrera.

A todo **Rancho San Pedro** por el apoyo incondicional que siempre me brindaron; abrimiéndome las puertas, permitirme realizar mi experimento y adquirir conocimientos en todos los aspectos de la vida.

Al equipo de **R&B Nutrition** por darme la oportunidad de trabajar con ellos, apoyarme durante todo el proceso, transmitirme sus conocimientos y abrir nuevos horizontes.

A la familia: **Valdes Díaz** por abrirme las puertas de su casa y permitirme estar con ellos en especial a **Mafer** por estar siempre apoyándome y ayudándome en todo momento que lo ocupe.

A la familia: **Álvarez Alcalá** por abrirme las puerta de su casa, hacerme sentir parte de ellos y siempre cuidarme y apoyarme estoy agradecida infinitamente.

A la familia: **Colín Jaramillo** por abrirme las puertas de su casa, hacerme sentir parte de y siempre procurarme. En especial gracias a **Gaby** por ser mi hermana pequeña y estar conmigo en momentos importantes.

A la familia: **Coronado Salazar** por abrirme las puerta de su casa siempre que lo necesité y hacerme sentir parte de ella. A **Carmen** por ser un gran apoyo en todo momento, estar conmigo en buenas y malas sin importar nada gracias, hermana.

A todos mis amigos: **Dario, Nayeli, Valeria, Dalia, Abraham, Rodrigo, Fernanda, Yolanda, Andrea, Daniela, Gerardo, Giles, Yabin, Moises, Juan, Israel** y a todos los que me han acompañado a lo largo de este proceso y si se me olvida alguien discúlpeme estaba muy estresada.

Y a todas las personas que fueron parte de este proceso desde un inicio y que ya no están mil gracias por todo.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Objetivo.	2
1.2 Hipótesis.	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 La industria lechera en México.	3
2.2 Crianza de becerras.	4
2.3 Importancia y objetivos de la crianza.	5
2.4 Cuidados del neonato.	6
2.5 Identificación y Registros.	7
2.6 Pesajes y Mediciones.	8
2.7 Alojamiento.	9
2.8 Calostro.	11
2.8.1 Absorción del calostro.	11
2.8.2 Calidad del calostro.	13
2.8.3 Administración de calostro.	15
2.8.4 Reemplazos de calostro.	16
2.8.5 El refractómetro y sus usos.	17
2.9 Desarrollo digestivo de la becerria.	18
2.10 Requerimientos nutricionales de las becerras lactantes.	20
2.11 Alimentación Líquida.	22
2.11.1 Administración de la dieta líquida.	22
2.11.2 Suministros de agua.	23
2.12 Alimentación Sólida.	24
2.12.1 Alimentos iniciadores para becerras.	24
2.12.2 Consumos recomendados de alimento iniciador.	27
2.13 Morbilidad de las becerras.	28
2.14 Principales enfermedades de la becerria.	30

2.14.1	Diarrea en becerras.....	31
2.14.2	Neumonía en becerras.....	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1	Localización.....	36
3.2	Animales utilizados.....	36
3.3	Tratamientos.....	36
3.4	Manejo del nacimiento al día cuatro.....	37
3.5	Manejo del día 5 al 60.....	40
3.6	Variables Evaluadas.....	43
3.6.1	Ganancia Diaria de Peso (GDP).....	43
3.6.2	Ganancia de Talla (Altura a la cruz).....	43
3.6.3	Consumos de concentrado (CC).....	44
3.6.4	Morbilidad (MORB).....	44
3.7	Diseño Experimental.....	44
3.8	Análisis estadístico.....	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1	Ganancia Diaria de Peso (GDP).....	46
4.2	Ganancia de Talla (altura a la cruz).....	47
4.3	Consumos de concentrado (CC).....	48
4.4	Morbilidad (MORB).....	49
V.	CONCLUSIONES.....	51
VII.	LITERATURA CITADA.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productores de leche en México.	3
Cuadro 2. Comercio exterior de leche en México 2012-2017.	4
Cuadro 3. Estándares de peso y talla esperado para terneras.	9
Cuadro 4. Ventajas y desventajas de las casetas de intemperie para becerras.	10
Cuadro 5. Composición del calostro y la leche en vacas lecheras.	111
Cuadro 6. Relación entre la gravedad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulinas.	14
Cuadro 7. Requerimientos nutricionales de los terneros.	21
Cuadro 8. Contenido de nutrientes de un iniciador de becerras sugerido.	26
Cuadro 9. Porcentaje de becerros con signos de problemas de salud identificados por el productor.	29
Cuadro 10. Incidencia por edades de las enfermedades más comunes durante la lactancia. .	31
Cuadro 11. Características de los principales microorganismos causantes de diarreas en becerras.	34
Cuadro 12. Composición química concentrado iniciador T1 (ICSA®).	37
Cuadro 13. Composición química concentrado iniciador T2 (R&B®).	37
Cuadro 14. Registros de las becerras T1.	39
Cuadro 15. Registros de las becerras T2.	39
Cuadro 16. Régimen de alimentación becerras lactantes del día 2 al 60.	40
Cuadro 17. Régimen de alimentación de concentrado iniciador.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (Fig.1) Las paredes celulares y los espacios intersticiales en las primeras horas de vida de la becerro abiertas al paso de las Ig al torrente sanguíneo. (Fig. 2) Paredes celulares y espacios intersticiales cerrados impidiendo el paso de las Ig al torrente sanguíneo. (Milk Productions, 2009).....	13
Figura 2. Calostrómetro (Biogenics, 2019).....	14
Figura 3. Desarrollo del rumen de la becerro por edad (Articles Extension, s/f).....	19
Figura 4. Alimentación solo leche/ Alimentación leche y grano/ Alimentación leche y heno (Heinrichs y Jones, 2016).....	20
Figura 5. Casos de diarrea infecciosa presentados en las becerros por semana.....	42
Figura 6. Efecto de los tratamientos en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en becerros del nacimiento al destete.....	46
Figura 7. Efecto de los tratamientos en la Ganancia de Talla (altura ala cruz) en becerros del nacimiento al destete.....	47
Figura 8. Efecto de los tratamientos en el Consumo de concentrado en becerros del nacimiento al destete.....	49
Figura 9. Efecto de los tratamientos en la morbilidad en becerros del nacimiento al destete..	50

RESUMEN

Se analizó el efecto de dos concentrados iniciadores de becerra comerciales con diferentes contenidos de proteína cruda 23 y 25% sobre las ganancias diarias de peso, ganancia de talla (altura a la cruz), el consumo de alimento y la morbilidad. El estudio fue llevado a cabo en Lagos de Moreno, Jalisco. Se utilizaron 16 becerras divididas en dos grupos cada uno con diferente iniciador y 8 hembras. El periodo de prueba fue del nacimiento al destete (60 días). Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar donde ninguno de los parámetros evaluados presento diferencias significativas ($P>0.05$). Sin embargo, las ganancias diarias de peso tuvieron una tendencia hacia el grupo tratado con el iniciador con mayor contenido proteico (25%) la diferencia promedio entre ambos fue de 91g. Para la ganancia de talla ambos grupos cumplieron con los parámetros establecidos de altura a la cruz de acuerdo con su edad y raza. El consumo de alimento fue menor en el tratamiento con menor cantidad de proteína (23%) esto influido por la palatabilidad de los iniciadores. La morbilidad fue menor en el grupo tratado con mayor contenido de proteína (25%) con un 62.5% en cambio el grupo con menor contenido proteico (23%) tuvo un 100% de morbilidad lo cual influencio de manera positiva y negativa las demás variables evaluadas.

I. INTRODUCCIÓN.

La crianza de becerras en los últimos años ha estado adquiriendo una relativa importancia, aunque no la necesaria dentro de la industria lechera, ya que se habla del “futuro del rancho”.

El ganadero productor de leche generalmente se enfoca más por los animales en producción láctea, no obstante, últimamente se ha concientizado sobre la necesidad de criar becerras de calidad, lo que esto conlleva a mejorar tanto las inversiones como el manejo del área de nutrición de becerras, así como la infraestructura y capacitación del personal.

Muchos de ellos siguen recurriendo a sus propios métodos de manejo de crianza, que en muchas ocasiones son erróneos y difícilmente están dispuestos a cambiar o reconocer la mejor manera posible de llevar a cabo la crianza de sus futuros remplazos.

La mayoría de los ganaderos creen firmemente que los factores que intervienen directamente en la crianza de becerras son: nutrición, ambiente, salud y manejo. Si bien, son los puntos más relevantes para su correcto desempeño productivo, existen otros factores de suma importancia como: genética, epigenética, manejo adecuado del calostro, así como, su adecuado consumo por la becerro (las inmunoglobulinas, altamente ligadas a este último), la calidad de los alimentos ofrecidos, entre otros.

Es necesario comprender que la salud, crecimiento, desarrollo y productividad de las becerras depende en gran medida de la nutrición de estas, ya que debe ser una prioridad en los hatos lecheros, debido a que repercute positiva o negativamente en el crecimiento y desempeño de los animales.

La poca atención que se dedica al manejo y nutrición de las becerras, se refleja en una serie de problemas que pasan desapercibidos y que podrían afectar su futura fertilidad, teniendo igualmente un impacto negativo en su primera lactancia. La mayoría de los productores no establece una relación entre lo que pasó en la época de crianza con el desempeño productivo y reproductivo del animal adulto. En la mayoría de los casos,

la baja producción de una vaca se atribuye a factores genéticos o de alimentación y raras veces a problemas ocurridos durante la etapa de crianza y desarrollo (Martínez, 2003).

Las buenas prácticas de alimentación y manejo de los becerros lactantes afectan directamente, no solo su supervivencia, sino también su futura producción láctea, la cual está ligada a una relación positiva de la ingesta de nutrientes en la vida temprana.

Uno de los principales objetivos, es el de preparar a las crías para lograr una buena adaptación a las raciones balanceadas. En este proceso, los concentrados de tipo iniciador juegan un papel importante sobre el consumo, desarrollo ruminal y comportamiento productivo.

1.1 Objetivo.

Evaluar el uso de dos concentrados iniciadores en la crianza y desarrollo de becerros Holstein sanas que alcancen su potencial genético en talla y peso bajo un programa de alimentación de 0 a 60 días.

1.2 Hipótesis.

El crecimiento, desarrollo y salud de las becerros en el periodo de lactancia es superior con un alimento iniciador con mayor contenido de proteína vs uno de menor contenido de proteína.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La industria lechera en México.

En México la producción de leche de bovino se desarrolla bajo cuatro sistemas de producción y se distribuye geográficamente como se muestra en el cuadro 1. El sistema intensivo comprende principalmente Durango, Coahuila, Chihuahua y recientemente Querétaro; el sistema semi-intensivo abarca Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato; el sistema familiar abarca todo el altiplano y el sistema de doble propósito está presente en las zonas tropicales (García, 2001).

Cuadro 1. Principales estados productores de leche en México.

Rank	Entidad federativa	Volumen (miles de litros)		Variación (%) 2012-2017
		2012	2017	
	Total nacional	10,880,870	11,767,556	8.1
1	Jalisco	2,024,967	2,306,316	13.9
2	Coahuila	1,287,918	1,337,493	3.8
3	Durango	1,037,913	1,190,199	14.7
4	Chihuahua	979,502	1,095,175	11.8
5	Guanajuato	735,616	822,161	11.8
6	Veracruz	715,190	743,182	3.9
7	Puebla	422,768	442,688	4.7
8	México	469,315	440,268	-6.2
9	Aguascalientes	367,599	432,041	17.5
10	Chiapas	402,727	425,343	5.6
	Resto	2,437,355	2,532,691	3.9

Fuente: SIAP, 2017.

En México se cuenta con un hato de bovino lechero de aproximadamente 2.49 millones de cabezas y más de 300 mil productores del lácteo. La leche de bovino es el tercer producto pecuario en importancia económica, con el 17.22% del valor nacional, sólo por detrás de la carne de bovino (30%) y la carne de ave (23%) (SAGARPA, 2018).

SIAP (2017), reporta que el mercado mundial de la leche continúa en crecimiento y México no se queda atrás; la producción de leche de bovino en México fue de 11,807,556 litros en 2017, contó con tendencia creciente en el volumen de producción con una tasa media anual de 1.6%, la producción nacional en 2018 fue de 12.026 millones de litros, se estima que México pase de ser el 14° productor mundial a ser el 8°.

De los productos de origen animal con mayor consumo, en México destaca la leche de bovino con un consumo per cápita de 98.3 L/año. Por lo cual una cuarta parte del volumen disponible es importado de otros países principalmente de EUA como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Comercio exterior de leche en México 2012-2017.

	Importaciones	Exportaciones	Saldo Balanza	Variación (%) 2012-2017	
				Importaciones	Exportaciones
Volumen miles de litros	447,250	77,982	-369,268	19.2	93.2
Valor millones de dólares	824	170	-654	-9.8	117

■ Aumenta ■ Disminuye

Fuente: (SIAP, 2017).

2.2 Crianza de becerras.

La cría de becerras es de vital importancia en los hatos lecheros, ya que es una actividad que determina la renovación del hato y permite hacer un mejoramiento genético del mismo. Es una de las etapas más vulnerables y juega un papel muy importante, ya que de aquí parte el futuro de cualquier establo lechero.

El cuidado y manejo que se les da a las becerras de hoy, repercutirá en el potencial que ganen las productoras del mañana. Una becerro bien desarrollada es la mejor inversión para la futura producción de leche, ya que el crecimiento y desarrollo del animal está directamente relacionado con su producción lechera (Medina, 1994).

Si bien es sabido que la crianza empieza desde la selección de los progenitores, considerando ciertos factores y características; así como la concepción, la gestación y el parto son parte importante, ya que el ambiente y las condiciones en las que la vaca se encuentre durante estos periodos, van a reflejarse en el futuro de la cría.

Los factores de mayor importancia en esta área algunos ya antes mencionados son el calostro, los alimentos y la calidad de estos, el alojamiento, sanidad e higiene en el manejo. Por tal motivo se recomienda aplicar programas eficientes de en cada una de las etapas; para garantizar becerras de calidad.

Hablando económicamente, los costos involucrados en la recría deben ser una cuestión importante, se estiman que son dentro del 15 – 20% del total de los costos de producción de leche. Además, debe tenerse presente que el costo de cría de una becerro hasta el destete representa aproximadamente el 18% del costo final de una vaquillona de reemplazo (Acosta *et al.*, 2015).

2.3 Importancia y objetivos de la crianza.

“Hablar de recría, es hablar de futuro”.

Garnsworthy (2005), señala que las becerras que nacen en cualquier explotación lechera representan una oportunidad para incrementar el tamaño del hato, mejorarlo genéticamente y aumentar el ingreso económico de los productores. Por lo tanto, el objetivo de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad, establecer la preñez y parir fácilmente a una edad adecuada y al menor costo posible.

La importancia de toda crianza es proveer y aumentar los reemplazos que mejoren el rendimiento del hato lechero en los próximos años y cuyos objetivos deben de ser:

- Repoblación del hato.
- Cumplir con el porcentaje de reemplazos requeridos.

- Obtener becerras sanas, con una talla y peso adecuado al destete de manera rentable.
- Obtener reemplazos que iguallen o superen los niveles presentes de producción lechera en cada establo.
- Mejorar los aspectos genéticos en el hato.
- Índices de fertilidad adecuados (Bailey, 1994).

2.4 Cuidados del neonato.

Los primeros días de la becerro son los de mayor riesgo para su sobrevivencia, por lo que se debe tener especial cuidado en su manejo.

La becerro debe nacer en un medio higiénico y seco. Es conveniente que el espacio en donde nazca sea con una cama de paja seca y limpia. Tan pronto como nace debe ser revisada la neonata. Retirar mucosidad y membranas de nariz y boca, para asegurarse que respire normalmente; en caso de haberse presentado un parto distócico hay que tener especial cuidado, porque, debido al mismo proceso de parto, las becerras nacen con niveles bajos de oxígeno. Por estas razones, es necesario estimular la función respiratoria lo más pronto posible. Los métodos más prácticos son: utilizar un trozo limpio de paja en las fosas nasales o verter agua fría en la frente de la becerro. Sentar al becerro sobre su esternón metiendo las patas delanteras debajo del cuerpo. “Esta posición de reclinación del esternón ayuda a garantizar que las vías respiratorias estén abiertas y faciliten la respiración de las crías” (Fordyce citada por Dickrell, 2018).

La persona que ayuda en el parto debe entender el comportamiento “normal” de la becerro después del parto. Por ejemplo, la becerro debe levantar la cabeza en los tres minutos siguientes después del nacimiento, sentarse a los cinco minutos y tratará ponerse de pie a los veinte minutos, debiéndose parar completamente a la hora de vida (Martínez, 2018).

Enseguida separar a la vaca y becerras. Mientras que las medidas de separación de madre y cría inmediatamente después del parto son aconsejables desde el punto de vista de prevención de enfermedades, se suprime la actividad de la vaca de lamer a la cría, acción que previene la hipotermia y estimula la circulación y el apetito de la becerras. Sin embargo, tal vez no sea necesaria que esta interacción sea tan prolongada, un estudio reciente se encontró que la mortalidad de las becerras fue de 5% mayor cuando se les dejó juntas por solo dos a seis horas. Debe retirar a la cría inmediatamente de que esta haya sido lamida por la vaca y esté prácticamente seca en un tiempo máximo de 30 minutos o retirarla inmediatamente y secarla manualmente con una toalla. (Martínez, 2018).

Desinfección del cordón umbilical. El cordón umbilical provee un paso directo al torrente sanguíneo, por tanto este debe ser desinfectado completamente al poco tiempo del nacimiento para secar el cordón y reducir la posibilidad de que organismos dañinos entren al cuerpo. Esto debe ser durante los primeros 30 minutos posteriores al nacimiento, mientras el cordón aun este húmedo. Se recomienda hacerlo con soluciones desinfectantes como: violeta de genciana, azul de metileno o yodo al 5% o 7% (Pavón, 2009).

2.5 Identificación y Registros.

Rodríguez (2008), menciona que cada explotación tiene su propio método de identificación y este es seleccionado de acuerdo con las necesidades de cada una. Identificar y registrar cada becerro es esencial para asegurar las decisiones de manejo. Las recién nacidas deben ser identificadas de una forma permanente con información tal como: padre y madre, fecha de nacimiento y número dentro del hato; la información obtenida debe ser almacenada en un registro individual, el cual tiene que ser realizado después del nacimiento y debe contener datos como: fecha y hora de nacimiento, peso al nacimiento, padres, tipo de parto, hora de toma(s) de calostro, calidad de calostro, refractometría, entre otros; esto puede variar.

Estos registros y números de identificación son anotados en bitácoras que son de uso en la crianza, para llevar un control de crecimiento, vacunación, enfermedades, crianza y tratamientos, para con ello monitorear el avance y desarrollo en la crianza y así, realizar los ajustes que se crean necesarios.

Los métodos de identificación son varios dentro de los cuales están: Aretes de metal o plástico, collar y tatuaje, entre otros.

2.6 Pesajes y Mediciones.

Lo que no se mide, no se puede registrar; lo que no se registra, no se puede controlar; lo que no se controla, no se puede mejorar y lo que no se mejora, simplemente tiende a desaparecer.

Para tener una valoración del desarrollo de una becerria, es necesario obtener algunos indicadores de su crecimiento o desempeño a diferentes etapas de su crianza. Con las medidas del crecimiento esquelético como la altura a la cruz, que refleja el crecimiento de su cuerpo (esquelético) y el peso corporal que refleja el crecimiento de los órganos, músculos y tejido adiposo (INIFAP, 2014).

El registro de información técnica, como la fecha de nacimiento y el peso al nacimiento y al destete, es una actividad fundamental para evaluar el potencial genético de las crías y su comportamiento productivo en esta etapa.

INIFAP *et al.*, (2014), mencionan que el crecimiento de la becerria se valora por medio del peso y la alzada. Con base a su edad el peso corporal se obtiene idealmente con básculas, pero al no contar con estas se calcula midiendo el perímetro torácico (circunferencia del tórax), con una cinta métrica. Se mide el perímetro torácico, colocando la cinta métrica alrededor del tórax, pasando dorsalmente por atrás de ambas escapulas y ventral por la parte más angosta del tórax sobre el corazón. Paralelamente, la medición de la alzada a la cruz puede ser una cinta métrica y una regla.

Ortiz *et al.*, (2005), señalan que es necesario conocer el peso del animal recién nacido, esto es necesario para saber cuánto calostro se les suministrará si su peso es correcto y poder cuantificar la ganancia de peso del nacimiento al destete. El peso considerado correcto de la raza Holstein es de 35 kg. En el cuadro 3 se muestran los estándares de peso y talla del nacimiento y destete de becerras Holstein.

Cuadro 3. Estándares de peso y talla esperado para terneras.

Edad (meses)	Perímetro Torácico (cm)	Peso (kg)	Altura a la cruz (cm)
Nacimiento	72.5	42.5	72.5
2	90	72.7	85.0

Fuente: (Almeyda, 2013).

2.7 Alojamiento.

Las instalaciones de las becerras deben estar diseñados para criarlas con el máximo confort posible, y con un mínimo de mortalidad y morbilidad para producir vaquillas de reemplazo que alcancen su máximo rendimiento.

Clive (1985) citado por Quigley (2001), reporta en una comparación de 4 tipos de alojamiento de becerras lactantes, que fueron criadas individualmente, presentaron mayor ganancia de peso diaria al destete y en su primera lactancia produjeron más leche con mayor cantidad de grasa, aunque cuando estas fueron llevadas a corrales en grupo, estas fueron menos dominantes.

Las becerras recién nacidas son alojadas en una diversidad de instalaciones en los establos. Existen varios sistemas de crianza de becerras basados en diferentes experiencias y rigores del ambiente. Uno de estos sistemas es el de crianza individual en casetas a la intemperie, que se lleva a cabo sobre todo en establos grandes por las ventajas que este proporciona además es uno de los más económicos y prácticos.

Las ventajas y desventajas de las casetas de alojamiento de la becerro se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de las casetas de intemperie para becerros.

Ventajas y desventajas de las casetas de intemperie.

Las casetas individuales en campo abierto ya sean de fibra de vidrio, madera y de otros materiales, tienen varias ventajas.

1. Reducen en buena parte los contagios y la cantidad de gérmenes a los que se ve expuesto el animal.
2. Eliminan la competencia entre becerros.
3. Permiten a la becerro adaptarse más fácilmente a la temperatura ambiente, sea calor o frío.
4. Se elimina el peligro de que la becerro sea mamada por otras becerros.

Las casetas de intemperie, sin embargo, pueden ser un fracaso si se presentan los problemas siguientes:

- a) Humedad relativa por arriba de 80%
- b) Variación de la temperatura ambiente en más de 20°C dentro un mismo día.
- c) Falta de higiene y limpieza de las corraletas, y equipo para la alimentación.
- d) Contaminación profunda de los materiales con que está construida, especialmente si son de madera.

Fuente: (Martínez, 2018).

El alojamiento bajo el sistema individual en casetas de intemperie, consiste en que la becerro se aloja en una caseta comercial fabricada con fibra de vidrio o de otro material con resinas sintéticas termoaislantes y tienen aproximadamente 2m de profundidad, 1m de ancho y 1m de alto, esto puede ser modificable de acuerdo las necesidades de cada rancho. Estas casetas son lavables y no incluyen ningún tipo de piso, se depositan directamente en el suelo con pendiente de 3 a 4% para su drenaje y el tamaño de las casetas varía de acuerdo con las necesidades de cada establo. Es necesario proporcionarles corralitos con un área de 1 a 2m a las becerros, para que salgan a solearse; se recomienda que el alimento y agua de bebida estén fuera de la caseta para que la becerro defeque en esta área. Los baldes de alimento deben estar

separados 60 cm uno de otro para que el alimento no se remoje y el agua no se contamine (Milk Productions, 2009a y Martínez, 2018).

2.8 Calostro.

El calostro, es la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, contiene inmunoglobulinas (proteínas, que son anticuerpos contra los gérmenes que ha encontrado en su ambiente la vaca y que transfiere de su sangre a la glándula mamaria, dos a tres semanas antes del parto) y otros componentes que, cuando son absorbidas por el intestino de la becerria, le proveen protección inmunológica durante sus primeras semanas de vida. Es además la primera fuente de nutrientes para la becerria después del nacimiento (Arnold, s/f; Oyeniyi y Hunter, 1978; David y Drackley, 1998 citados por Elizondo, 2007). La composición comparativa del calostro en los primeros 3 ordeños y la leche se muestra en el cuadro 5.

2.8.1 Absorción del calostro.

El sistema inmune de la becerria al nacimiento es inmaduro e incapaz de producir suficientes Inmunoglobulinas (Ig) para combatir infecciones. Adicionado a ello, la estructura de la placenta bovina (sindesmocorial) previene la transferencia de Ig de la madre al feto durante la gestación. Consecuentemente la becerria nace sin inmunidad (anticuerpos) adecuada y depende totalmente de la transferencia pasiva de Ig maternas presentes en el calostro. De esta forma, la adquisición de Ig a través de la absorción intestinal protege a la ternera de enfermedades hasta que su propio sistema inmune llegue a ser completamente funcional (Elizondo *et al.*, 2007).

La captación de inmunoglobulinas por la becerria se denomina “inmunidad pasiva”. Por el contrario, la formación de anticuerpos endógenos se conoce como “inmunización activa” que conduce a la “inmunidad activa”.

Cuadro 5. Composición del calostro y la leche en vacas lecheras.

Composición del calostro y la leche en vacas lecheras				
Descripción	Número de ordeños			Leche
	1	2	3	
Gravedad específica	1.056	1.040	1.035	1.032
Sólidos totales, %	23.9	17.9	14.1	12.5
Agua, %	76.1	82.1	85.9	87.5
Proteína total, %	14.0	8.4	5.1	3.1
Caseína, %	4.8	4.3	3.8	2.5
Albúmina, %	0.9	1.1	0.9	0.5
Inmunoglobulinas, %	6.0	4.2	2.4	0.1
Inmunoglobulina G, g/L	50.0	25.0	15.0	0.6
Grasa, %	6.7	5.4	3.9	3.7
Lactosa, %	2.7	3.9	4.4	4.9
Nitrógeno no proteico, %	8.0	7.0	8.3	4.9
Vitamina A µg/dl	295.0	190.0	113.0	34.0
Vitamina D UI/g de grasa	1.3	-	-	0.6
Vitamina E µg/g de grasa	125.0	-	-	20.0
Tiamina µg/g de grasa	80.0	-	-	40.0
Vitamina B12 µg/100g	3.0	-	-	0.5
Minerales totales, %	1.11	0.95	0.87	0.74
Calcio, %	0.26	0.15	0.15	0.13
Fósforo, %	0.24	-	-	0.11
Potasio, %	0.14	0.13	0.14	0.15
Hierro, %	0.20	-	-	0.04
Lactoferrina g/L	1.84	-	-	No detectable
Energía metabolizable, Mcal/Kg	-	-	-	5.37

Fuente: (Martínez, 2018).

El intestino de la becerro recién nacida es permeable a las inmunoglobulinas sólo durante las primeras horas de vida; la permeabilidad intestinal disminuye rápidamente, de un 100% al momento del nacimiento, a 0% a las 24 horas de vida (figura 1) (Martínez, 2018).

Martínez (2018), cita que existen diversos factores que afectan o inhiben la absorción de calostro, una de las más importantes es el tipo de parto que se haya presentado; ya que al haberse producido un parto distócico la cría sufrirá estrés durante éste y eso

provocará la secreción de corticoesteroides que inhiben la absorción de anticuerpos (inmunoglobulinas) a nivel de pared intestinal y el calostro no será aprovechado, aunque sea ingerido. Sin embargo, Stott y Reinhard (1978), reportan en una investigación que llevaron a cabo con 20 becerros de parto eutócico y 20 becerros de parto distócico, que la concentración de cortisol en el momento del nacimiento en el recién nacido tiene poco o ningún efecto sobre la absorción intestinal de Ig del calostro en el neonato bovino.

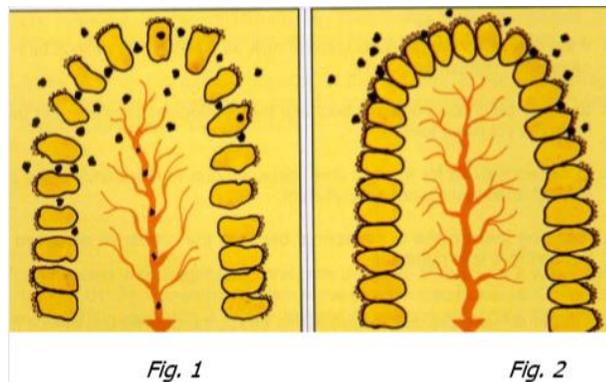


Figura 1. (Fig.1) Las paredes celulares y los espacios intersticiales en las primeras horas de vida de la becerro, abiertas al paso de las Ig al torrente sanguíneo. (Fig. 2) Paredes celulares y espacios intersticiales cerrados impidiendo el paso de las Ig al torrente sanguíneo. (Milk Productions, 2009b).

2.8.2 Calidad del calostro.

La calidad del calostro se refiere a su concentración de inmunoglobulinas (Igs). A medida que aumenta la calidad, mejora la transferencia pasiva de la inmunidad (Fecteaun *et al.*, 2002 citados por Acosta, 2015).

Hay muchos factores que contribuyen con la calidad del calostro, algunos de estos son: la raza, la edad, duración del período seco, estación del año, cantidad de calostro producido, número de lactancias y la hora en que se recolectó (Arnold *et al.*, s/f).

Aunque hay diversos métodos para estimar la calidad del calostro, el que comúnmente se utiliza en la práctica es el “calostrómetro” (figura 2).



Figura 2. Calostrómetro (Biogenics, 2019).

El calostrómetro mide la gravedad específica de calostro y usando una escala color-codificada calibrada en miligramos por mililitro (mg/ml) de inmunoglobulinas, convierte la gravedad específica a la concentración de Ig basándose en una relación estadística como se muestra en el cuadro 6. El calostro se coloca en un cilindro (250ml) y se le permite flotar libremente, el que quede en “verde” contiene >50mg/ml de IgG por lo tanto es de excelente calidad, “amarillo” contiene de 20 a 50mg/ml lo que quiere decir que es de mediana calidad y “rojo” contiene <20 mg /ml de IG esto indica que es un calostro pobre (Heinrichs y Jones, 2016).

Cuadro 6. Relación entre la gravedad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulinas.

Gravedad específica	Calidad	Inmunoglobulinas(mg/ml)
1,027 1,035	Pobre	1,42 21,80
1,036 1,046	Moderada	24,35 49,82
1,047 1,076	Excelente	52,36 126,62

Fuente: (Fleenor y Stott, 1980).

La limpieza del calostro también es parte importante de la calidad; ya que las bacterias no permiten el paso de las Ig al torrente sanguíneo y no hay una correcta absorción. El calostro contaminado, es una de las primeras exposiciones potenciales a agentes infecciosos que causan enfermedades. El calostro debe tener un recuento total de bacterias de <100,000 unidades formadoras de colonias (ufc) /ml y <10,000 ufc /ml de recuento total de coliformes (Arnold, s/f).

2.8.3 Administración de calostro.

La ingesta de un nivel adecuado de calostro de excelente calidad es esencial para mejorar la salud y la supervivencia de las beceras neonatas.

Martínez (2018), enfatiza que para que una beceras lechera recién nacida reciba una transferencia adecuada de inmunidad pasiva, es indispensable cumplir con tres primeros requisitos mínimos inmediatamente después del parto.

1. Que ingiera, por lo menos, el 10% de su peso corporal en calostro (4lts para una beceras de 40kg).
2. Que el calostro contenga por lo menos 50 gramos de inmunoglobulinas G (IgG) o más por litro.
3. Que el calostro tenga un contenido bacteriano máximo de 20,000 unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/ml) y de no más de 300 ufc/ml de coliformes.
4. Que el calostro sea ingerido voluntariamente en una sola toma lo más pronto posible después del nacimiento (1-2 horas).

Y aunque el consumo de calostro siempre es preferible que sea de forma voluntaria muchas veces es necesario el uso de una sonda esofágica. Esto debido a que, durante la succión normal, la gotera esofágica hace que el calostro se desvíe del retículo-rumen hacia el omaso y abomaso, lo que resulta en un menor tiempo de tránsito hacia el intestino delgado donde se produce la absorción de IgG. A la inversa, una sonda esofágica deposita el calostro en el rumen. Esto retrasa el tránsito (2-3hrs) de IgG del

calostro al sitio de absorción y puede relacionarse con la disminución de la eficiencia de absorción de IgG. No obstante, un estudio llevado a cabo por NAHMS (2007), menciona que el método de alimentación no afecta los índices de transferencia pasiva en becerros alimentados con un gran volumen de calostro rico en IgG. (Godden *et al.*, 2009).

2.8.4 Reemplazos de calostro.

El calostro es sin duda uno de los factores más importantes asociados con la crianza de un becerro sano; sin embargo, tener un suministro constante de calostro de buena calidad es un desafío. Los reemplazos de calostro están diseñados para ser alternativas a la alimentación con calostro materno, como un medio para proporcionar una transferencia pasiva exitosa al becerro recién nacido.

Los reemplazos de calostro están diseñados como una importante alternativa para la nutrición de los becerros en sus primeras horas de vida, estos deben contener más de 75 a 100 g de IgG por dosis (Amaral, 2019).

Cuando el calostro disponible en el establo es de baja calidad, los productores tienen varias opciones de uso de calostro almacenado y productos formulados para complementar o reemplazar el calostro.

Los motivos por los cual es necesario utilizar un reemplazo de calostro son:

- Problemas de calidad y cantidad: escasez de calostro materno de calidad.
- Conveniencia: partos nocturnos, escasez de mano de obra, falta de tiempo para ordeñar la (s) vaca (s) fresca (s) o descongelar el calostro almacenado.
- Bioseguridad: previene la transmisión de enfermedades como la de Johne, *Mycoplasma bovis*, Tuberculosis, *Brucella*, Tuberculosis, Leucosis, etc.
- Limpieza: preocupación por la contaminación bacteriana excesiva del calostro materno.

- Consistencia: la concentración de inmunoglobulina (Ig) en el calostro materno varía de vaca a vaca (Milk Productions, 2010).

2.8.5 El refractómetro y sus usos.

El refractómetro es utilizado para medir el grado de transferencia de inmunidad pasiva de las madres a los terneros recién nacidos; ya que puede decir mucho acerca del nivel de manejo de la crianza.

El refractómetro funciona concentrando un rayo de luz a través de una muestra líquida. Este instrumento mide la cantidad de luz que es reflejada (o desviada) de la trayectoria original, debido a los componentes de la muestra. En la sangre, las proteínas pueden causar que la luz sea desviada. A mayor cantidad proteína, mayor es la cantidad de luz que es desviada de su trayectoria original.

Quigley (1999) y Unión de crédito Alpura (2019), sugieren lo siguiente para usar las proteínas totales para estimar el nivel de transferencia de inmunidad pasiva a los terneros.

- 5.5 – 7.0 g/dl: Una transferencia exitosa de inmunidad pasiva.
- 5.0 – 5.4 g/dl: Una transferencia medianamente exitosa de inmunidad pasiva.
- < 4.9 g/dl: Una transferencia incompleta de inmunidad pasiva.

El refractómetro es bastante exacto en medir el índice de reflexión de la luz, el cual está relacionado muy cerca con la cantidad de proteína total en la sangre. Sin embargo, existen varios factores a considerar para la validez de las medidas tomadas con el refractómetro, para estimar el grado de transferencia de inmunidad pasiva dentro de las más importantes son:

En caso de presentarse medidas bajas:

- La edad del animal: La hora de alimentación del calostro a los becerros con >2-4hrs de edad, no absorberán las IgG del calostro con la misma eficiencia que

los alimentados inmediatamente después de nacer. Además, la relación entre la proteína total en el suero y las IgG va a cambiar con la edad. Por lo que es mejor esperar hasta que el ternero tenga por lo menos un día de nacido y no más de tres días para tomar la muestra.

- **Tamaño del becerro:** Becerros grandes tendrán una menor cantidad de proteína en el suero, comparados con terneros pequeños que son alimentados con la misma cantidad de IgG. Esto debido a que el volumen de sangre en becerros grandes es mayor y, por lo tanto, las proteínas están más diluidas.
- **Calidad y cantidad de calostro alimentado:** Un calostro de baja calidad puede llegar a proveer una cantidad inadecuada de IgG, por lo tanto, el total de proteínas del suero serán inadecuadas; así mismo, una cantidad que no corresponda al 10% del peso vivo dará como resultado una transferencia pobre.

En caso de presentarse medidas extremadamente altas:

- **Deshidratación:** El agua, deja el torrente sanguíneo, concentrando los demás constituyentes de la sangre. Esto puede causar lecturas muy altas del total de la proteína presente (>7g/dl) (Quigley, 1999).

2.9 Desarrollo digestivo de la becerro.

Desde el nacimiento hasta las dos semanas de edad, la becerro es un animal monogástrico, el estómago de la becerro contiene los mismos cuatro compartimentos de un rumiante adulto, sin embargo, el retículo, el rumen y el omaso están inactivos y sin desarrollar. El estómago funcional de la recién nacida es el abomaso

El abomaso constituye el 60% de la capacidad del estómago de la becerro. Al nacer, el retículo y rumen representan el 30% de la capacidad del estómago y el omaso representa aproximadamente el 10%. A las cuatro semanas de edad, el rumen comprende aproximadamente el 60% del estómago, el omaso permanece igual 12% y el abomaso cae al 30% (figura 3).

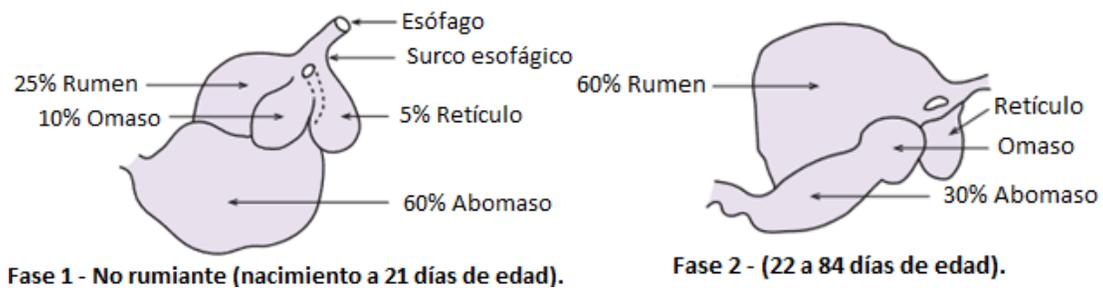


Figura 3. Desarrollo del rumen de la becerra por edad (Anónimo, s/f).

A las 12 semanas de edad, el omaso todavía representa la misma proporción (10%) y el abomaso comprende solo el 20% pero continúa funcionando como lo hizo al nacimiento. Sin embargo, el retículo y rumen crecen en tamaño y función; se convierten en las partes más importantes del sistema digestivo y la becerra comienza a funcionar como rumiante (figura 3) (Jones y Heinrichs, 2017).

El desarrollo del rumen es una de las áreas más importantes e interesantes de la nutrición de los becerros. A los pocos días del nacimiento, el rumen comienza a desarrollar una población de microbios, los cuales dependen en tipo y número en base al alimento que consume la becerra. El surco esofágico no funciona cuando el becerro come alimentos secos; entran al rumen, donde deben ser digeridos por microbios y procesados por la rumia. Los tipos de microbios del rumen que proliferan son aquellos que mejor digieren y utilizan los alimentos que ingiere la becerra. Además de las partículas de alimento, los microbios requieren agua para crecer adecuadamente y fermentar los alimentos. Si no se le proporciona agua a la becerra en una etapa temprana de vida, el crecimiento microbiano del rumen es limitado.

El tamaño físico del rumen al nacer es pequeño y sin desarrollar. Desde hace tiempo se sabe que la dieta afecta este aspecto del desarrollo del rumen. A las 4 semanas si el becerro es alimentado solo con leche, el rumen será bastante pequeño. El tipo de alimentación puede afectar drásticamente la elongación de las papilas ruminales y el engrosamiento de las paredes del rumen.



Figura 4. Alimentación solo leche/ Alimentación leche y grano/ Alimentación leche y heno (Heinrichs y Jones, 2016).

Los becerros alimentados únicamente con leche presentan un rumen pequeño, un subdesarrollo general y de papilas. En cambio, el rumen de los becerros alimentados con leche y cantidades moderadas de grano a partir de los tres días de edad, muestran mucho más desarrollo de papilas y una pared mucho más gruesa, oscura y vascularizada. Por último, los becerros alimentados con leche y heno de buena calidad a partir de los tres días de edad, a pesar de comer cantidades moderadas de heno no presentan desarrollo de papilas en absoluto y la pared del rumen es bastante delgada (figura 4) (Heinrichs y Jones, 2017).

El agua es un nutriente fundamental para el desarrollo del rumen, para llevar a cabo la fermentación y digerir el alimento debe existir un ambiente que contenga agua, ya que las bacterias del rumen deben tener agua. La leche no puede considerarse como agua, porque se desvía del rumen (Feedstuffs, 2017).

2.10 Requerimientos nutricionales de las becerras lactantes.

Desde el nacimiento hasta el destete, la cría sufre tremendos cambios fisiológicos y metabólicos. Durante la etapa preruminante, la digestión y el metabolismo son

similares a los de los animales no rumiantes en muchos aspectos. Por lo tanto, los requisitos dietéticos se cumplen mejor con dietas líquidas de alta calidad formuladas a partir de fuentes de carbohidratos, proteínas y grasas que se digieren de manera eficiente. El período más crítico son las primeras dos a tres semanas de vida, durante las cuales el sistema digestivo del becerro es inmaduro, pero se desarrolla rápidamente con respecto a las secreciones digestivas y la actividad enzimática (Toullec y Guilloteau, 1989; Davis y Drackley, 1998., Citados por NRC, 2001).

Con respecto a los requerimientos de nutrientes de la becerro (cuadro 7), se reconocen varias fases de desarrollo relacionadas con la función digestiva, algunas de ellas son (Davis y Clark, 1981., citado por NRC, 2001):

- Fase de alimentación líquida. Esencialmente todos los requerimientos de nutrientes se cubren con la leche o el sustituto de leche. La calidad de estos alimentos se conserva mediante la función de la gotera esofágica, que desvía los alimentos líquidos directamente al abomaso, por lo tanto, evita la degradación microbiana en el retículo-rumen (Orskov, 1972, citado por NRC,2001).
- Fase de transición. La dieta líquida y el iniciador, el cual debe ser apetecible para fomentar la ingesta. Se recomienda con grano texturizado de maíz, granos pequeños y/o pellets; todos enriquecidos con proteínas, vitaminas y minerales; como se muestra en el cuadro 8. Estos contribuyen a cumplir con los requisitos de nutrientes de la becerro (NRC, 2001., Heinrichs y Jones, 2017).

Cuadro 7. Requerimientos nutricionales de los terneros.

Nutrientes	Rango
Proteína (%)	20-22
Grasa (%)	14-20
Fibra Cruda (%)	< 0.1-0.6
Lactosa (%)	38-48
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3.8-4.6
Vitamina A (UI/kg)	10 000-50 000
Vitamina D (UI/kg)	2 200-10 000
Vitamina E (UI/kg)	60-200

Fuente: (Otterby y Linn,1981); NRC, citado por Garzón, 2008).

2.11 Alimentación Líquida.

Al hablar de alimentación líquida, se refiere a la alimentación con leche e incluye el suministro de agua.

Uno de los factores más importantes de este punto, es el de proporcionar el mismo régimen alimenticio durante toda la lactancia y si es necesario hacer cambios, llevarlos a cabo de manera gradual.

Durante las dos primeras semanas de vida, los terneros reciben la mayor parte de su nutrición de la leche. Los terneros pueden ser alimentados con leche entera, sustituto de leche reconstituida o calostro fermentado o fresco. El tipo de leche que se alimenta está determinado por el precio, la disponibilidad y la conveniencia. Las terneras generalmente se alimentan con leche dos veces al día por medio de un biberón o cubeta de pezón, o pueden beber de un balde abierto. Cuando la leche o el sustituto de leche son ofrecidos con biberón, el surco esofágico se cierra y la leche pasa por el rumen y se desvía del esófago al abomaso o al estómago verdadero. El surco se cierra en respuesta a la estimulación nerviosa y está activo en las becerras hasta aproximadamente las 12 semanas de edad (Amaral-Phillips *et al.*, 2006).

2.11.1 Administración de la dieta líquida.

La leche entera de vaca es considerada como el mejor alimento para sostener la lactancia de becerros durante 30, 45 o hasta 60 días. La leche entera de vaca es el alimento natural por excelencia y que tiene el balance de nutrientes necesario y la mayor digestibilidad (90% o más), lográndose con este alimento un óptimo crecimiento de las becerras y una reducción en la incidencia de enfermedades. Sin embargo, tiene la desventaja de tener un precio elevado y gran demanda por ser insuficiente en nuestro país (Dávila, 1997). Según las circunstancias se suministra de una a tres tomas diarias, que en conjunto deben representar de entre el 10 a 20% de su peso corporal en el caso de la leche entera, calostro o sustituto (Renner *et al.*, 1989).

La leche entera se prefiere sobre los sustitutos de la leche, ya que es la fuente más natural y completa de nutrientes, por lo que es menos probable que ocasione diarreas administrando adecuadamente. La leche entera suplementada con un buen iniciador en grano es una excelente combinación alimenticia para terneras lecheras (Gasque, 2008).

Conforme las becerras crecen, estas pueden utilizar mayores cantidades de leche, sin embargo, si se limita el consumo de leche a las becerras, se propicia que consuman

alimento sólido en esta etapa más pronto. La alimentación con chupón es la más conveniente porque obliga a la becerria a beber lentamente y reduce la incidencia de diarrea y otros trastornos digestivos. A una becerria se le puede enseñar a beber de un balde dentro de los primeros días después del nacimiento, esta técnica es fácil, rápida y requiere de poco trabajo de limpieza y manejo. La temperatura a la que es ofrecida la leche es de particular importancia, debe ser administrada a la temperatura corporal (39°C), temperaturas más bajas son aceptables para becerrias más grandes (25-30°C). La leche fría tiende a causar más problemas digestivos que la leche caliente durante las primeras semanas de vida (Blanco, 2012). En el cuadro 5 se presenta la composición de la leche en vacas.

2.11.2 Suministros de agua.

El agua juega un papel importante en casi todas las funciones corporales. Es el nutriente más importante. El agua ayuda al consumo de iniciador y el desarrollo del rumen y mejora la salud y crecimiento de la becerria (Pavón, 2009).

Alimentar a las becerrias con agua a libre acceso aumenta el consumo de iniciador y el aumento de peso. Privar a las becerrias de agua disminuye la ingesta de iniciador un 31% y el aumento de peso en un 38%, en comparación con becerrios que siempre tuvieron libre acceso al agua (Amaral-Phillips *et al.*, 2006).

Amaral-Phillips *et al.*, (2006), mencionan que el agua a libre acceso ingresa al rumen y junto con el iniciador de alta calidad, ayudan a convertir a la becerria en un animal de estómago simple, a uno con rumen funcional que puede utilizar forrajes y granos. Cuando se alimenta a las becerrias con leche, esta pasa por el surco esofágico hacia el abomaso y no hacia el rumen. Por lo tanto, la leche no proporcionará agua para que las bacterias del rumen crezcan.

El agua se ofrece en los primero dos a tres días de edad, durante las primeras semanas las becerrias deben de tomar grandes cantidades de agua cada día. Al mes las becerrias deberán tomar de cinco a ocho litros de agua al día. A los dos meses, deberán tomar de seis a nueve litros de agua al día (Pavón, 2009).

2.12 Alimentación Sólida.

En la etapa de lactancia la alimentación puede ser complementaria con un alimento iniciador, el cuál esta formulado para promover el desarrollo y crecimiento del rumen, deben presentar una palatabilidad superior para promover la ingesta; el consumo temprano proporciona fuentes únicas de energía y carbohidratos para mejorar el desarrollo muscular, el crecimiento y el aumento de peso (Kent Nutrition, 2019).

La alimentación temprana con concentrado conduce a un desarrollo temprano del rumen y una mejor digestión y absorción de nutrientes al destete. Los becerros deben tener acceso a un iniciador ya que ayuda a desarrollar el tamaño y la fuerza del rumen (VetGroup, 2017).

Jones y Heinrichs (2017), citan que el becerro lactante requiere alimentos tanto líquidos como secos y se le debe ofrecer una mezcla de grano a los tres días de edad. Durante la primera semana de vida, los becerros comen muy poco grano. Para la segunda semana, deberían estar comiendo cantidades notables. Una ingesta adecuada y temprana de alimento seco es importante porque el grano estimula el desarrollo del rumen. La alimentación seca aumenta la cantidad y variedad de bacterias y protozoos del rumen, ya que estos microorganismos crecen rápidamente con los carbohidratos del grano.

2.12.1 Alimentos iniciadores para becerras.

Anónimo (s/f), reporta, los alimentos iniciadores de becerras están diseñados y formulados para complementar la dieta líquida de la becerro. Estimulan el crecimiento de bacterias anaeróbicas, que participan en la producción de metano, descomponiendo proteínas y digiriendo la fibra; además la ingesta de iniciadores altamente digestibles estimula el desarrollo de las papilas del rumen que absorben nutrientes.

Idealmente los encargados del área de recría, deben ofrecer alimentos secos y agua a las becerras dentro de los tres a cinco días después del nacimiento. La alimentación con un concentrado iniciador comercial o mixto, estimula la función del rumen y desarrollo temprano del rumen, reduce problemas de diarreas, permite un destete más temprano y complementa la nutrición de la dieta líquida. Los alimentos secos, también proporcionan nutrientes a un costo menor en comparación con el programa de alimentación líquida.

Los iniciadores de becerros deben ser con granos rolados o prensados para proporcionar la mejor textura para los becerros. Evitar los alimentos finamente molidos.

Aunque hay diferentes tipos como multipartícula, pelletizados, etc. Al seleccionar un iniciador hay que considerar lo siguiente:

- Forma física: Selección de granos enteros, gruesos, triturados, rolados, laminados. No alimento maíz con alto contenido de humedad en un iniciador de ternera, ya que a menudo se calienta y se le forma moho.
- Calidad de pellet: Evite los pellets que sean demasiado duros o blandos; ambos extremos afectarán la ingesta.
- Finos: a los becerros no les gustan las mezclas finamente molidas. Los alimentos finos tienden a apelmazarse cuando están húmedos, lo que disuade la ingesta.
- Evitar alimentos polvosos, mohosos o con mal sabor.
- Nivel de fibra: La fracción de fibra debe tener un tamaño de partícula muy diminuto.
- Fuentes de proteína: Las proteínas como la urea, la soya cruda y la harina de plumas deben evitarse en los iniciadores.
- Melaza o productos a base de melaza: Estos productos deben incluirse entre 5 y 8% de la mezcla total.
- Incluir vitaminas del complejo B.
- Incluir coccidiostatos: El que su veterinario o nutricionista recomiende como el nivel adecuado Anónimo (s/f).

Quigley (1998), menciona que el buen sabor puede ser el factor más importante para elegir un iniciador de becerros. Generalmente el buen sabor del iniciador es mayor en alimentos texturizados, seguido por el alimento pelletizado. Muchas compañías de alimentos comerciales han desarrollado tecnologías únicas de manufactura, diseñadas para mejorar la palatabilidad del iniciador.

Los iniciadores para becerros son un enlace crucial entre un correcto desarrollo ruminal y un destete exitoso. Los alimentos de gran calidad deben de ser palatable y suministrar los nutrientes requeridos para el desarrollo del rumen y un desarrollo aceptable de la becerro. La energía, proteínas, minerales y vitaminas deben cumplir con los requisitos del Consejo de Investigación de Nutrición (NRC) (Veal Farms, 2015., Quigley, 1998).

En el cuadro 8 se presentan las recomendaciones de varios autores para el contenido de nutrientes de los iniciadores de becerro.

Cuadro 8. Contenido de nutrientes de un iniciador de becerros sugerido.

Nutriente	Cantidad (base a MS)
Proteína cruda	16 – 22 %
Grasa	3 – 3.22 %
Energía metabolizable (EM)	3.29 Mcal/kg
Macrominerales	
Calcio	0.7%
Fósforo	0.45%
Potasio	0.65%
Magnesio	0.10%
Microminerales	
Manganeso	40ppm
Cobre	10ppm
Zinc	40ppm
Selenio	0.3ppm
Vitaminas	
Vitamina A	4000 UI/kg
Vitamina D	600 UI/kg
Vitamina E	25 UI/kg

Fuente: (NRC, 2001., Jones y Heinrichs, 2017., Chester y Broadwater, 2009).

2.12.2 Consumos recomendados de alimento iniciador.

Anónimo (s/f), el iniciador se comienza a ofrecer dentro de los primeros tres a cinco días de edad. Se coloca una cantidad de 50 a 100g, no más, para que el becerro comience a probarlo es necesario incentivarlo, colocando un puñado de iniciador en el hocico de la becerro para que así pueda probarlo y se acostumbre a él.

Durante la primer semana los becerros sólo probarán un poco del iniciador; para las segunda semana, deben consumir alrededor de 110 a 220g por día. Sin embargo, Amaral Phillips *et al.*, (2006), mencionan que, durante las 2 primeras semanas de vida, los becerros solo mordisquearán el iniciador. La ingesta de iniciador aumenta de la tercera a la cuarta semana de vida. Aunque esto depende en gran medida de la disponibilidad de agua que estos tengan.

Quigley (1998), cita, son muchos los factores capaces de influenciar el consumo de alimento, y por lo tanto, resulta difícil predecir la cantidad de iniciador que un animal comerá en cualquier momento. Algunos de estos factores son:

- Raza y tamaño.
- Edad.
- Consumo de alimentos líquidos.
- Incidencia de diarrea y otras enfermedades.
- Ganancia diaria de peso.
- Formulación del iniciador (palatabilidad, selección de ingredientes).
- Manejo.
- Disponibilidad de agua.
- Temperatura ambiental y alojamiento.

Bernard (2018), recomienda la siguiente guía, para una ingestión deseada de iniciador:

Días 1 a 14: 50g por día.

Días 14 a 21: 110g por día.

Días 22 a 28: 230g por día.

Días 29 a 35: 450g por día.

Días 36 a 42: 900g por día.

Días 43 a 60: 2000g por día.

En un estudio realizado por Brown *et al.*, (2005), los terneros que consumieron mayores cantidades de energía y proteínas tuvieron mayores ganancias de peso, así como una mayor eficiencia de alimentación de 2 a 14 semanas de vida. Esos investigadores también encontraron que, para alcanzar una pubertad más joven, las terneras deben ser alimentadas con una dieta con mayor contenido de proteínas y energía, a la vez que evitan los problemas asociados con el exceso de engorde.

Akayezu *et al.*, (1994), alimentaron iniciadores de becerros con 15.0, 16.8, 19.6 y 22.4% de proteína cruda (PC) a terneros de 4 a 56 días de edad. La ganancia diaria de terneros aumentó linealmente con el aumento de PC en el iniciador.

La alimentación a las seis y ocho semanas de edad con un iniciador con mayores cantidades de proteína cruda (25%) tuvo una relación positiva en grasa y proteína en la primer lactancia (305d) (Rauba, 2019).

2.13 Morbilidad de las becerras.

La morbilidad es el número de individuos enfermos, dentro de una población en un lugar y tiempo definido (RAE, 2018).

Las becerras que muestran una adecuada transferencia de inmunidad pasiva tienen una baja morbilidad y mortalidad con menos antibióticos, comparadas con las que se registran con falta de transferencia de inmunidad (Uetaje, 2013). Cabe mencionar que cuando hay una adecuada transferencia de anticuerpos, se reduce el riesgo de morbilidad y mortalidad antes del destete y otros beneficios a largo plazo, asociados a la transferencia pasiva de inmunidad, incluyen la disminución de mortalidad en el

período después al destete, mejoría en la tasa de ganancia de peso y eficiencia alimenticia, una edad más joven al primer parto e incremento en la producción de leche en las primeras lactancias (Faber *et al.*, 2005).

Cuando una becerro no consume la cantidad de calostro requerida, puede presentar una serie de problemas. Si una becerro de 40kg toma menos de una cuarta parte del calostro que debe tomar (1L) con concentraciones de 50g/ml de IgG, tendrá mayores probabilidades de morir de una septicemia; si la becerro toma la mitad del calostro necesario (2L) con la misma calidad, tendrá más probabilidades de enfermar de diarrea; cuando la recién nacida toma tres cuartas partes de calostro que debería ingerir (3L) de igual calidad, tendrá más peligro de sufrir neumonía (Martínez, 2018).

Uribe *et al.*, (2018), reportan en un estudio llevado a cabo en 104 establos lecheros la morbilidad cuyos resultados fueron: El porcentaje de morbilidad para todos los casos fue de 33.9% dentro de este se incluyeron peso al nacer, concentración sérica de IgG, prácticas de manejo y factores ambientales las cuales afectaron significativamente. Concluyeron que los becerros nacidos con mayor peso al nacer tuvieron un menor riesgo de morbilidad.

En el cuadro 9 se muestran los porcentajes de problemas de salud presentados en becerros en las primeras semanas de vida.

Cuadro 9. Porcentaje de becerros con signos de problemas

de salud identificados por el productor.

Semana de vida	Diarreas (%)	Respiratorios (%)
Primera	8.2	2.4
Segunda	15.4	2.9
Tercera	7.1	1.5
Cuarta	2.9	1.2
Quinta	2.0	1.6
Sexta	1.0	1.8
Séptima	0.6	1.5
Octava	0.7	1.8

Fuente: (NAHMS, 1994).

2.14 Principales enfermedades de la becerra.

Los becerros recién nacidos tienen un sistema inmune inmaduro, lo que facilita el acceso a patógenos. El USDA (2010), informa que los becerros jóvenes tienen las tasas más altas de morbilidad y mortalidad que cualquier otro grupo de edad en la lechería.

En la encuesta llevada a cabo por NAHMS en el 2007 menciona que los productores de leche de EUA y sus veterinarios indicaron que hubo diarrea en el 24% de los becerros antes del destete y que el 12% tenían problemas respiratorios. El mayor riesgo de diarrea ocurre durante el primer mes de vida (Amaral-Phillips, s/f).

Martínez (2018), cita que existen numerosas enfermedades que puede afectar a las becerras recién nacidas y pueden no ser específicas de una edad en particular, las hay también congénitas. El cuadro 10, presenta una lista de las enfermedades más comunes en las becerras lactantes. Esta lista de ninguna manera es completa, ni tampoco implica que los trastornos ocurran únicamente en las edades señaladas, simplemente muestran las etapas en que es más común encontrarlas.

Las áreas de parto menos aseadas se asocian generalmente con enfermedades en la primera semana de vida. Después de una semana de edad, el alojamiento del becerro podría ser una causa contribuyente de las enfermedades del becerro (Amaral-Phillips, s/f).

Íñiguez (2018) menciona que las enfermedades que afectan a las becerras durante las primeras semanas de vida, están relacionadas con enfermedades como diarrea y neumonía. Los factores que predisponen a la becerra son los siguientes:

1. Pobre condición física de la madre durante la gestación y el parto.
2. Aporte inadecuado de calostro.
3. Alimentación inadecuada de las becerras.
4. Medio ambiente adverso.

Cuadro 10. Incidencia por edades de las enfermedades más comunes durante la lactancia.

Incidencia por edades de las enfermedades más comunes durante la lactancia.	
Primer día:	Defectos congénitos Síndrome de asfixia Síndrome del becerro débil Neumonía por aspiración
Primer Semana:	Colibacilosis septicémica Salmonelosis septicémica Colibacilosis enterotóxica (k99 F5, 1-5 días de edad) Diarrea por rotavirus (4-21 días) <i>Clostridium perfringens</i> A, B y C (0-14 días) Diarrea por coronavirus (5-30 días) Giardiasis (5-30 días) Mycoplasmosis Enterotoxemia estafilocócica (0-56 días) Gastroenteritis medicamentosa (0-56 días)
Segunda Semana:	Colibacilosis entérica Salmonelosis entérica Criptosporidiosis aguda (7-12 días) o crónica (1-3sem) Diarrea por coronavirus (1-3 semanas) Campilobacteriosis Clostridiasis enterotoxémica
Tercera Semana:	Complejo respiratorio bovino Diarrea viral bovina Salmonelosis entérica Diarrea por coronavirus Criptosporidiosis crónica Hernias umbilicales
Cuarta Semana:	Bronconeumonía crónica Coccidiosis, giardiasis y criptosporidiosis Enterotoxemia Timpanismo

Fuente: (Martínez, 2018).

2.14.1 Diarrea en becerras.

La diarrea ocurre cuando la capacidad del intestino de absorber fluidos es afectada. Esta interferencia puede ser debida al daño en las células que recubren el intestino y otros agentes infecciosos que producen toxinas que causan que el revestimiento del intestino produzca fluidos en lugar de absorberlos (Alta Genetics, 2013).

Las causas de diarrea pueden ser infecciosas (virus y bacterias), parasitarias (protozoarios), tóxicas (fármacos u otros químicos) nutricionales o congénitas (Virbac, 2018).

Existen cinco causas infecciosas principales de diarrea en becerros lactantes: *escherichia coli*, rotavirus, coronavirus, *criptosporidium spp*, y especies de salmonella (Amara-Phillips, s/f., Virbac, 2018).

Rotavirus: es común en animales de 7 a 10 días de edad. Los becerros afectados muestran ligera depresión, diarrea amarillenta con moco y coágulos de leche no digerida. La morbilidad puede ser del 90% y mortalidad del 30%.

Coronavirus: frecuente en los primeros seis días de vida, después de la ingestión de materiales contaminados con heces. Produce diarrea acuosa color amarillo, verde o café, dura uno a dos días en infecciones simples o hasta seis días cuando se complica con otros microorganismos. La morbilidad puede ser del 90% y mortalidad del 5% puede ser alta cuando se complica con cepas de *E. coli*.

Colibacilosis enterotóxica (*E.coli*): inicia cuando los filamentos que se encuentran en la pared celular se adhieren a la superficie de las células de la mucosa intestinal, una vez adherido, *E.coli* libera toxinas, que alteran la permeabilidad de las células de las vellosidades intestinales y provocan el paso de líquidos y electrolitos del epitelio hacia el lumen intestinal. Se presenta en la primer semana de vida de la becerro. Al principio puede observarse diarrea amarillenta o blanquecina, luego diarrea acuosa.

Salmonelosis: causada por las cepas *S. typhimurium* y *S. dublin*. Se presenta del día 7 a 30. Por vía oral- fecal. Después de la infección la bacteria coloniza la mucosa del íleon y colon, luego penetra el tracto intestinal y de ahí a la circulación sanguínea causando bacteriemia. Pueden observarse tres formas de salmonelosis: Hiperaguda o septicémica, aguda o entérica y crónica.

- Hiperaguda: la muerte ocurre sin signos clínicos previos, hasta antes de la muerte, cuando se observan signos son hipotermia, depresión severa, debilidad opistótonos y diarrea. Ocasionalmente, las becerras presentan cólico. El curso

de esta forma clínica es muy corto, desde unas cuantas horas hasta máximo dos días.

- Aguda o entérica: es la más común, los signos incluyen fiebre, anorexia, depresión, deshidratación, seguidas de diarrea abundante de olor fétido. Inicialmente las heces son acuosas, pero luego pueden contener sangre, moco o fragmentos de mucosa.
- Crónica: se observa en becerras de más de dos meses. Presentan retraso con heces acuosas o diarrea leve.

La morbilidad es variable y la mortalidad es casi del 75%, especialmente en las formas hiperaguda y aguda. Las becerras que sobreviven desarrollan la forma crónica y se convierten en una fuente constante de infección.

Cryptosporidium spp: es más común en el primer mes de edad y con mayor frecuencia durante la primer semana de vida. Las becerras se contagian al ingerir materiales contaminados con heces que contienen oocistos y al momento del parto la madre es un foco infección. La diarrea ocasionada por estos microorganismos es temporal y no es letal mientras no se complique con otros microorganismos. Inicia dos a siete días después de la ingestión de los oocistos y puede continuar por una o dos semanas. Los signos clínicos incluyen diarrea, tenesmo, anorexia, pérdida de peso y depresión. Las heces son amarillo cremosas con filamentos sanguinolentos, similares a las diarreas virales. La morbilidad puede ser muy alta pero la mortalidad es baja.

En el cuadro 11 se pueden observar los principales microorganismos causantes de diarreas en las becerras, sus características generales, la edad en la que es más común encontrarlas y los porcentajes de morbilidad y mortalidad que tiene cada una.

2.14.2 Neumonía en becerras.

McGuirk (2011), menciona, la neumonía es una inflamación de los pulmones. Los signos clínicos de neumonía incluyen secreción nasal, tos seca, temperatura corporal de >41°C, dificultad respiratoria y disminución del apetito.

Cuadro 11. Características de los principales microorganismos causantes de diarreas en becerras.

MICROORGANISMO	EDAD DE LA BECERRA	TIPO DE DIARREA	SIGNOS CLÍNICOS	MORBILIDAD	MORTALIDAD
<i>Rotavirus</i>	4 - 21 días, mas frecuente 1-6 días de edad.	Diarrea por mala absorción, heces acuosas, café o verdes con moco o sangre.	Depresión, salivación, duración de 5-6 días.	Alta 90 %.	Baja 1-5%.
<i>Coronavirus</i>	4 - 18 días, mas frecuente 7-10 días de edad.	Diarrea por mala absorción, heces amarillas con moco y coagulos de leche.	Deshidratación acidosis hipercalemia.	Alta 90 %.	Alta 20-30 %.
<i>Escherichia coli</i>	1-7 días.	Diarrea por hipersecreción. Heces acuosas amarillas, blancas o hemorrágicas, según la cepa.	Deshidratación, debilidad, postración y muerte en 6 - 12 horas.	Alta.	Alta, si no hay tratamiento.
<i>Clostridium perfringens</i>	7-28 días.	Diarrea por hipermotilidad fétida y sanguinolenta.	Muerte súbita. Cólico y depresión.	Baja.	Alta.
<i>Salmonella spp</i>	10 días a 3 meses.	Diarrea por hipersecreción, fétida, primero acuosa y luego con sangre, moco y fragmentos de mucosa.	Muerte súbita, hipotermia, depresión severa, debilidad, opistótonos.	Variable.	Alta > 75 %.
<i>Cryptosporidium spp</i>	7-30 días.	Diarrea por hipermotilidad, heces amarillo cremosas.	Depresión, tenesmo, anorexia y pérdida de peso.	Alta.	Baja.
<i>Coccidias</i>	Más común en becerras mayores de 3 semanas.	Diarrea por hipermotilidad Heces líquidas mezcladas con moco y sangre.	Residuos de heces con sangre en el rabo. Ligera depresión sin pérdida del apetito.	Alta.	Baja.

Fuente: (Virbac, 2018).

Los terneros que desarrollan neumonía antes del destete, comparten con frecuencia los mismos factores de riesgo que los que desarrollan diarrea: fracaso o transferencia incompleta de la inmunidad pasiva del calostro, exposición prolongada al ganado adulto y / o las limitaciones de ventilación de las viviendas cálidas. Al igual que con la diarrea, con frecuencia se identifica más de un agente en un brote. Las manadas a menudo experimentan brotes de neumonía, que ocurren en varios terneros al mismo tiempo. La terapia con antibióticos es necesaria, pero con frecuencia produce resultados decepcionantes. Debido al impacto significativo que tiene la neumonía en el crecimiento y la productividad futura de los terneros, la identificación y el tratamiento tempranos son importantes, pero la resolución de los factores de riesgo significativos es imperativa. Los terneros que desarrollan neumonía crónica rara vez se recuperan completamente y deben ser eliminados. La vacunación temprana no es un medio eficaz de prevención.

Los principales agentes patógenos suelen ser uno o una combinación de los siguientes:

- *Pasteurella haemolytica*
- *Pasteurella multocida*
- *Mycoplasma bovis*
- DVB
- BRSV
- IBR/PI3

Los tres primeros agentes enumerados son los más importantes en los terneros jóvenes. Con frecuencia, la neumonía se reconoce por primera vez justo después del destete, cuando las terneras se agrupan por primera vez. En muchos rebaños, se pierde el primer episodio que ocurre antes del destete y desde las 2 semanas de edad (McGuirk, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Localización.

El estudio fue realizado en el establo del Rancho San Pedro S.A de C.V, el cual se encuentra en el municipio de Lagos de Moreno; este se localiza en la cuenca lechera de los altos de Jalisco, a una altura de 1,874 msnm, a 101° 59' Oeste, 21° 19' Norte. En esta región, el clima es seco a semiseco. La temperatura media anual es de 18.8°C y tiene un precipitación media anual de 573.2mm. Con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre (INEGI, 2019).

3.2 Animales utilizados.

De Junio – Septiembre de 2018 se realizó el experimento, donde se seleccionaron al momento del nacimiento de manera aleatoria 16 becerras de la raza Holstein Friesian todas producto de inseminación artificial; estas fueron divididas en dos grupos (prueba y testigo), estaban conformados por 8 hembras cada uno y fueron manejadas hasta el momento del destete el cuál se realizó a los 60 días de edad.

3.3 Tratamientos.

El grupo 1 fue alimentado con el concentrado iniciador (testigo) ICESA®, su forma física es texturizada. En el cuadro 12 se muestra su composición (concentración) química.

El grupo 2 fue alimentado con el concentrado iniciador (prueba) R&B®, su forma física es pelletizada. En el cuadro 13 se muestra su composición (concentración) química.

Cuadro 12. Composición química concentrado iniciador T1 (ICSA®).

Nutriente	Base Materia seca (%)
Materia seca (MS)	89.4
Proteína cruda (PC)	23
Fibra detergente neutro (FDN)	19.4
Fibra detergente ácido (FDA)	7.7
Energía neta mantenimiento (ENm)	2.0
Energía neta ganancia (ENg)	1.35
Grasa cruda	4.1
Cenizas	4.32

Cuadro 13. Composición química concentrado iniciador T2 (R&B®).

Nutriente	Base Materia seca (%)
Materia seca (MS)	89
Proteína Cruda (PC)	25
Fibra Cruda (FC)	5.50
Energía neta mantenimiento (ENm)	2.66
Energía neta ganancia (ENg)	1.2
Grasa Cruda	1.85
Cenizas	8.5

3.4 Manejo del nacimiento al día cuatro.

Al momento del nacimiento las beceras fueron observadas y recibieron asistencia técnica; se retiraron de la madre de 20 a 30 minutos después; se hizo la desinfección de ombligo con yodo al 5% y se procedió a pesarlas en una báscula digital para registrar los pesos al nacimiento, así como medidas de altura de la cruz y perímetro torácico las cuales fueron tomadas con una cinta métrica.

La primer toma de calostro fue en promedio dentro de las primeras dos horas de vida, se les proporcionó un volumen del 10% de acuerdo con el peso vivo, posteriormente se administró la vacuna TSV-2® (Laboratorio Zoetis®) vía intranasal utilizada contra IBR y PI3. La segunda toma fue ocho horas después de haber ingerido la primera y fue de 1.7L en promedio, la tercera toma fue ocho horas después de haber dado la segunda y fue en promedio de 1.3L, lo propuesto en el protocolo de ingesta de calostro del rancho para ambas tomas eran 2L. La primera y segunda toma fue calostro de

primera calidad o clasificación verde en base a la medición del calostrómetro y de acuerdo con la escala de Fleenor y Stott, 1980, la tercer toma en algunos casos fue de mediana calidad o amarilla con respecto al mismo calostrómetro. Para el calostro de algunas recién nacidas hubo la necesidad de utilizar un reemplazo de calostro que lleva por nombre Inmunobooster® Gold de la marca CalfTeam México®, este es de calostro bovino liofilizado adicionado con vitaminas minerales y otros aditamentos. Todas las tomas de calostro fueron administradas utilizando biberón y en caso de presentarse una becerria inapetente se utilizó la sonda esofágica únicamente en la primer toma.

A las 24 horas de haber dado la primera toma de calostro se tomó una muestra de sangre para posteriormente hacer la refractometría, donde fue utilizado un refractómetro comercial de bolsillo para evaluar la transferencia pasiva de inmunidad en las becerras, en promedio los resultados del grupo 1 fueron 6.8g/dl, y del grupo 2 fue de 6.1g/dl, que de acuerdo con Quigley (1999), se concluye que ambos grupos tuvieron una transferencia de inmunidad pasiva exitosa.

Posterior a haber dado la primera toma de calostro, las becerras fueron alojadas en una caseta individual de fibra de vidrio con medidas de 1.19m ancho, 2.16m de largo y 1.37m de alto; con un corralito de malla de acero con medidas de .9m de ancho, 2.1m de largo y 1m de alto. En dicho corral se encontraban los baldes de alimento y agua/leche; los cuales eran ofrecidos en cubetas plásticas pequeñas. El piso del alojamiento era de arena. De acuerdo con Milk Productions (2009a) y Martínez, (2018), se cumple con las medidas recomendadas para el alojamiento de las lactantes.

Los registros de cada una se basaron en: número de becerria dentro del hato y del experimento mediante aretes plásticos comerciales de tamaño grande y chico donde venían datos como: número de animal, madre, padre, fecha de nacimiento y grupo de prueba. En la bitácora de registros se anotaba número dentro del hato, padre, madre, fecha y hora de nacimiento, pesos, perímetro torácico, altura a la cruz al nacimiento y destete, cantidad, calidad y hora de tomas de calostro, refractometría y tipo de parto de cada una.

En los cuadros 14 y 15 se reportan los datos de las becerras al nacimiento de ambos grupos de la prueba:

Cuadro 14. Registros de las becerras T1.

Grupo 1 Concentrado iniciador ICSA®					
No.	fecha nacimiento	Peso Nacimiento(kg)	altura a la cruz (cm)	perímetro torácico (cm)	Refractometría(g/dL)
1	01-jun-18	37.2	74	74	4.8
3	04-jun-18	31.8	76	74.5	10
5	10-jun-18	33.2	77	74.5	6.8
7	15-jun-18	32.2	74.5	76	7.2
9	15-jul-18	34.6	79	74	7.3
11	17-jul-18	30.8	75	72	6
13	18-jul-18	41.4	82	76.5	6.2
15	23-jul-18	36.5	76	76	6

Cuadro 15. Registros de las becerras T2.

Grupo 2 Concentrado iniciador R&B ®					
No.	fecha nacimiento	Peso Nacimiento(kg)	altura a la cruz (cm)	perímetro torácico (cm)	Refractometría(g/dL)
2	01-jun-18	32	74	74	8
4	05-jun-18	30	74	73	7
6	14-jun-18	29	72	71	5.5
8	25-jun-18	31	75.5	73.5	6
10	15-jul-18	36.6	77	76.5	6.8
12	18-jul-18	36.6	77.5	75	4
14	22-jul-18	46.4	79	82	5.8
16	01-ago-18	42.8	80	78	6.1

Después de la tercer toma de calostro, la alimentación fue con leche entera esto bajo el régimen de alimentación descrito en el cuadro 16.

Cuadro 16. Régimen de alimentación becerras lactantes del día 2 al 60.

Días	Litros totales/día	Toma AM (L)	Toma PM (L)
2 al 22	4	2	2
23 al 45	6	3	3
46 al 50	4	2	2
51 al 53	3	1.5	1.5
54 al 60	1	1	0

3.5 Manejo del día 5 al 60.

Al quinto día las becerras continuaron con la alimentación con leche entera bajo el régimen propuesto en el cuadro 14. Durante los primeros días se utilizaron biberones comerciales con una capacidad de 2L posteriormente se enseñó a las lactantes a tomar en cubetas de plástico con capacidad de 4 litros; todo el material era lavado después de cada toma.

La alimentación líquida era ofrecida en dos tomas, la primera era en la mañana de 6:30 a 7:00AM y la segunda por la tarde de a las 3:00 a las 3:30PM; esto era en base al manejo establecido en el rancho. Y con el fin de que la becerro no tuviera periodos prolongados sin alimento líquido.

Este mismo día se inició el ofrecimiento de concentrado iniciador por la mañana y que fue dado como se muestra en el Cuadro 17.

Aunque el régimen viene establecido por días, el incremento del ofrecimiento de concentrado iniciador fue dado en base al consumo de cada una de las becerras en ambos grupos. Este iniciaba con 50g, esto con el fin de que la lactante fuera probando el concentrado, se le daba un puñado después de haber tomado leche para que fueran probándolo y tomando gusto por él como se menciona por Anónimo (s/f). Considerando llegar al límite de ofrecimiento de 1600g por día esto se alcanzó al día 54 de vida en promedio en el grupo 1, mientras que en el grupo 2 fue a los 52 días de vida en promedio.

Cuadro 17. Régimen de alimentación de concentrado iniciador para becerras.

Días	Concentrado ofrecido (g)
5 al 7	50
8 al 14	100
15 al 21	300
22 al 28	500
29 al 35	700
36 al 42	1000
43 al 49	1300
50 al 60	1600

El concentrado fue pesado diario con una báscula comercial de cocina, tanto el ofrecido como el sobrante. Todo esto fue llevado en un registro individual diario por becerro.

Al mismo tiempo de ser ofrecido el concentrado también lo fue el agua que era a libre acceso como lo sugiere Amaral-Phillips *et al.*, (2006) y fue adicionada con electrolitos Biohydra® para reemplazar posibles pérdidas de líquido causadas por diarreas, así como, corregir los niveles ácido – base y proporcionar apoyo nutricional como lo cita Arnold (2019).

El iniciador y agua fueron dados en cubetas plásticas que eran lavadas todos los días, previo a servir nuevamente. Todas las mañanas se medía el sobrante de iniciador de cada una de las becerras, para saber cuál había sido el consumo real de cada una y si había que aumentar la cantidad a ofrecer o en caso de haber disminuido el consumo; se evaluaba a cada una para descartar una posible enfermedad o el motivo de la disminución de consumo.

A diario desde el primer día se evaluó visualmente a las lactantes mínimo 2 veces al día, para observar si presentaba algún tipo de anomalía principalmente enfermedades como diarrea.

Las enfermedades que se presentaron durante el periodo de experimento fueron mecánicas e infecciosas, mismas que fueron tratadas de manera inmediata con

antibióticos como Sulfametoxazol, trimetoprim, sulfato de neomicina, sulfadoxina, enrofloxacina; coccidiostatos, protectores de la mucosa como caolín y pectina; buscapina para dolor y dipirona en caso de presentar fiebre. Los casos de diarreas infecciosas durante el experimento en ambos tratamientos se muestran en la figura 5.

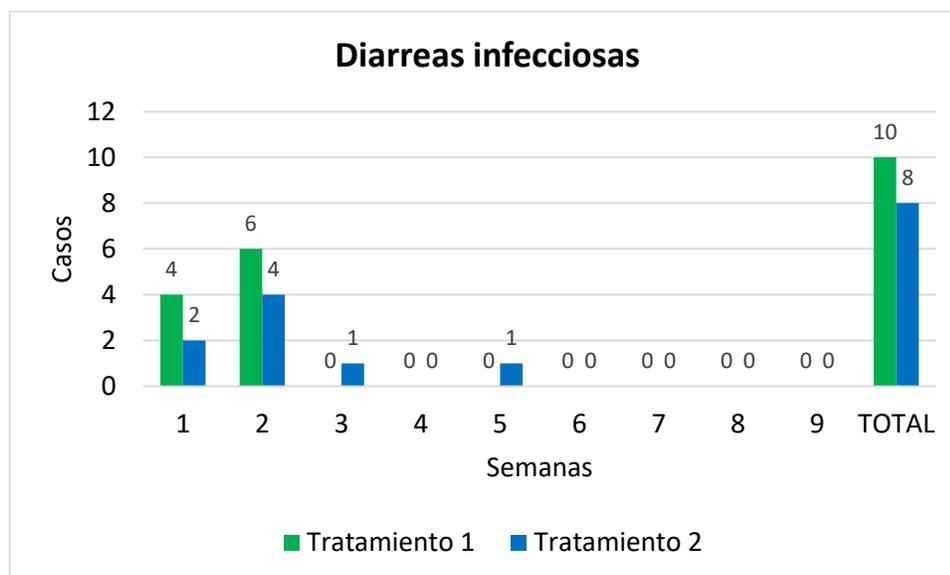


Figura 5. Casos de diarrea infecciosa presentados en las becerras por semana.

El descorne se realizó en dos fechas, las primeras ocho becerras fueron descornadas el 11 julio, mientras que a las restantes fue el 30 de agosto. Dicha actividad fue llevada a cabo con pasta descornadora comercial de la marca Dr. Naylor® y únicamente en las hembras que presentaban brotes de cuernos. Otra actividad que se realizó durante el experimento fue la vacunación con Bovilis Vista Once SQ® (Laboratorio MSD®) contra IBR, BVD, PI3, BRSV, *Mannheimia haemolytica* y *Pasteurella multocida* que al igual fue en 2 fechas distintas, las primeras ocho becerras fueron vacunadas el 16 de julio y las otras ocho el 27 de agosto. Dichos eventos se llevaron a cabo en distintas fechas debido a que los nacimientos fueron en distintos meses. No tuvieron repercusión alguna en el consumo de iniciador o en la salud del animal.

Se utilizó durante los primero ocho días de vida de la becerro Halocur®, es un medicamento de laboratorio MSD® usado específicamente para la criptosporidiosis, el cual contiene halofuginona lactato, que es utilizado para tratamiento y control de *Cryptosporidium parvum* en becerros recién nacidos.

Los manejos finales en cada becerro fueron pesajes (peso al destete a los 60 días) y medidas (altura a la cruz y perímetro torácico).

3.6 Variables Evaluadas.

Las variables que se midieron fueron las siguientes:

3.6.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP).

Esta se estimó restando el peso inicial (al nacimiento) al peso vivo al final (al destete) entre el número de días que duro la prueba y se reportó como kg/animal/tratamiento.

$$\text{Ganancia Diaria de Peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días de prueba}}$$

3.6.2 Ganancia de Talla (Altura a la cruz).

La ganancia de talla (altura a la cruz) se estimó restando la medida inicial a la cruz (al nacimiento) a la medida final a la cruz (al destete).

$$\text{Ganancia de Talla} = \text{Medida final a la cruz} - \text{Medida inicial a la cruz}$$

3.6.3 Consumos de concentrado (CC).

Se calculo a diario y para tener un total, se hizo la suma del consumo de todos los días del experimento en cada uno de los alimentos.

3.6.4 Morbilidad (MORB).

Se calcula dividiendo el número de individuos enfermos entre la población total multiplicado por 100. Los resultados se reportan en porciento (%).

$$\text{Morbilidad} = \frac{\text{Número enfermos}}{\text{Población total}} \times 100$$

3.7 Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 2 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento.

3.8 Análisis estadístico.

La información fue analizada y procesada a través del procedimiento GLM (General lineal model) del paquete MiniTab V17 donde el modelo estadístico es:

El modelo estadístico para este diseño es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, a. \\ j = 1, 2, 3, \dots, n. \end{cases}$$

donde:

y_{ij} = la j - *ésima* observación del tratamiento i .

μ = la media general.

τ_i = parámetro único llamado efecto de tratamiento i .

ε_{ij} = error experimental que se presenta al efectuar la j - *ésima* observación del i - *ésimo* tratamiento.

a = número de tratamientos.

n = número de repeticiones.

Hipótesis a evaluar.

Interesa saber si existen diferencias entre los tratamientos, denotándolos en forma de hipótesis estadística cuando se refieren a los efectos de los tratamientos τ_i ($i = 1, 2, 3, \dots, a$). Entonces:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_a$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP).

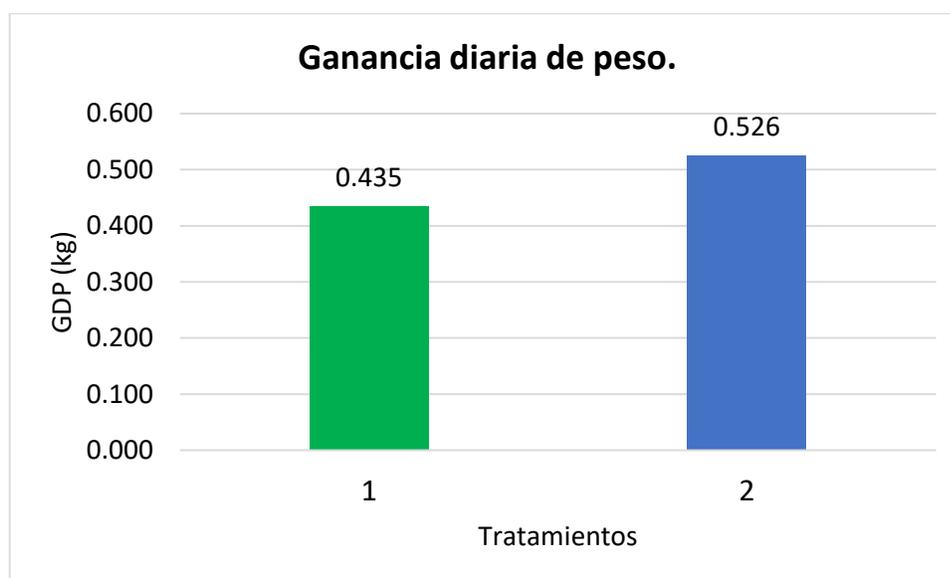


Figura 6. Efecto de los tratamientos en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en becerras del nacimiento al destete.

Al evaluar el efecto de los tratamientos no se mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ellos. Sin embargo, se marcó una tendencia hacia el tratamiento 2. Las becerras alimentadas con el T1 (ICSA®) tuvieron una GDP de 0.435 kg/animal/día, mientras que las que consumieron el T2 (R&B®) tuvieron una GDP de 0.526 kg/animal/día. Por lo tanto, hubo una GDP superior de 91g con el T2 (R&B®)(figura 6).

Estos resultados concuerdan con el experimento llevado a cabo por Akayezu *et al.*, (1994), donde reporta que la GDP tiende a aumentar linealmente a medida que aumenta el contenido de proteína de las dietas. Tal y como lo arrojan los resultados del presente experimento, donde las GDP son mayores en el T2 el cuál tiene un mayor contenido de proteína (25%) en comparación con el T1 con un menor contenido (23%).

Las GDP de ambos grupos son bajas y esto puede deberse a que las becerras que presentan alguna enfermedad como cryptosporidia o diarreas tienen menores GDP en comparación a las becerras sanas como lo cita Dolecheck *et al.*, (2016).

Amaral-Phillips (s/f), menciona que una GDP promedio antes del destete, tiene un impacto positivo en el rendimiento de la leche en las futuras lactaciones, por cada 453g de ganancia, la producción de leche aumenta 698.53 kg. También concluye que los becerros destetados con GDP promedio mayores a 0.500kg/día tienen mayores rendimientos en su primera lactación. Lo que se concluye que las becerras del T2 van a ser animales más productivos en sus futuras producciones.

4.2 Ganancia de Talla (altura a la cruz).

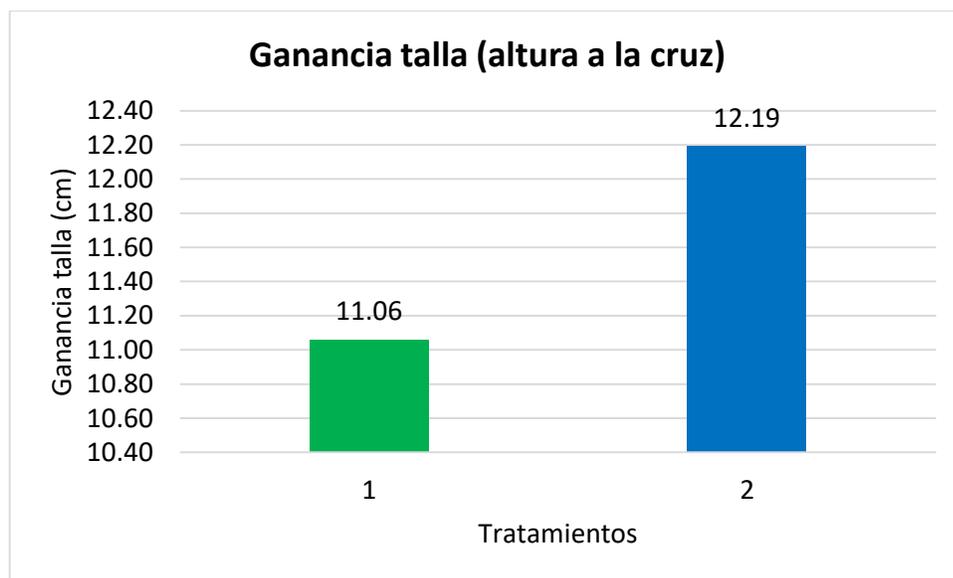


Figura 7. Efecto de los tratamientos en la Ganancia de Talla (altura a la cruz) en becerras del nacimiento al destete.

Al evaluar el efecto de los tratamientos no se mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ambos. Sin embargo, se marcó una tendencia hacia el tratamiento 2. Las becerras alimentadas con el T1 (ICSA®) tuvieron una ganancia de talla de

11.06cm, mientras que las que consumieron el T2 (R&B®) tuvieron una ganancia de talla de 12.19cm. Por lo tanto, hubo una ganancia de talla superior de 1.13cm con el T2 (R&B®)(figura 7).

Al destete las becerras del T1 presentaron una altura a la cruz de 87.75cm en promedio y el T2 de 88.56cm, de acuerdo con INIFAP (2014) y Gasque (2008), las medidas están dentro del rango esperado de altura a la cruz para becerras Holstein a los dos meses de edad. El rango esperado es de 84.7 a 88.7 cm. Esto es de suma importancia, ya que criar becerras lecheras a un tamaño adecuado, al momento de parir puede optimizar la producción de leche rentable (Durán, 2018). Considerando que la etapa del nacimiento al destete, es el inicio de toda buena crianza se puede esperar buenos resultados a futuro. Se concluye que las becerras de ambos tratamientos tuvieron un crecimiento óptimo de talla. Lo que a futuro tendrá beneficios al momento de su primer servicio, ya que es muy probable que no presenten problemas de tamaño para ser servidas a temprana edad.

4.3 Consumos de concentrado (CC).

Al evaluar el efecto de los tratamientos no se mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos; sin embargo, se marcó una tendencia hacia el tratamiento 2. Las becerras alimentadas con el T1 (ICSA®) tuvieron un CA de 32.44kg, mientras que las que consumieron el T2 (Alta Inmunidad R&B®) tuvieron un CC de 35.91kg. Por lo tanto, hubo un consumo superior de 3.47kg con el T2 (R&B®)(figura 8).

El consumo extra que hubo en el T2, puede ser debido a que en diversos estudios han establecido que la palatabilidad y consumo es mayor cuando el iniciador es ofrecido en forma pelletizada, así como también a mayor contenido de proteína (Kertz *et al.*, 2017 y Quigley 1998), como lo es en el caso del T2.

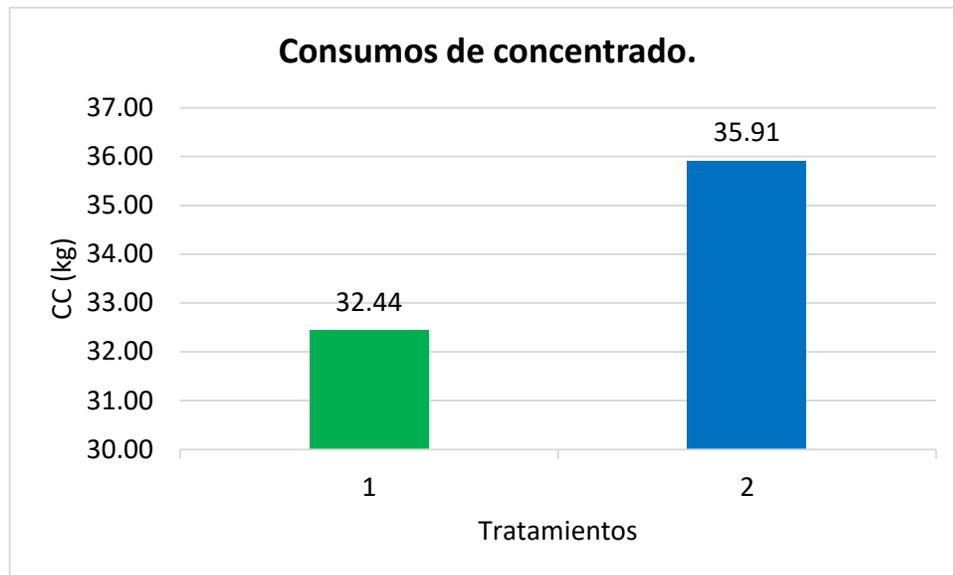


Figura 8. Efecto de los tratamientos en el Consumo de concentrado en becerras del nacimiento al destete.

Uno de los factores que ayudó a obtener una mayor ingesta de concentrado fue la salud de las becerras del T2, ya que al presentar una menor morbilidad el consumo fue mayor, así como lo comenta Quigley (1998) que los terneros sanos tienden a comer en mayor cantidad que los enfermos.

4.4 Morbilidad (MORB).

Al evaluar el efecto de MORB sobre los tratamientos se marcó una tendencia favorable hacia el tratamiento 2. Las becerras alimentadas con el T1 (ICSA®) tuvieron una MORB del 100%, mientras que las que consumieron el T2 (R&B®) tuvieron una MORB de 62.5%. Por lo tanto, hubo una MORB menor de 37.5% con el T2 (R&B®).

La MORB es uno de los factores más importantes dentro de la crianza de becerras, ya que tiene efectos a largo plazo y de esta depende en gran medida el futuro productivo de la hembra y todas las variables evaluadas, anteriormente mencionadas.

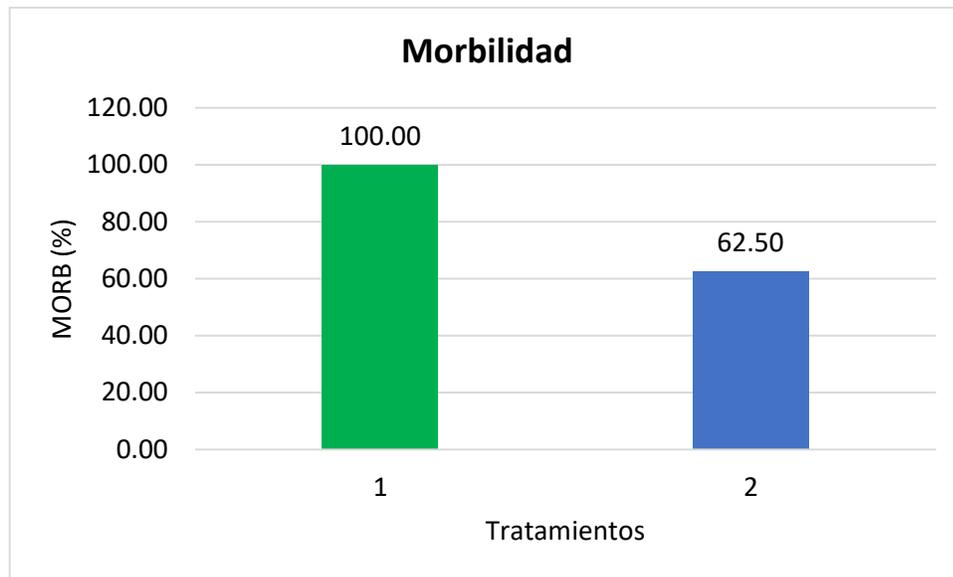


Figura 9. Efecto de los tratamientos en la morbilidad en becerras del nacimiento al destete.

La transferencia pasiva de inmunidad que se provee a la becerria a través del calostro, está altamente ligada a la MORB, ya que es la primer barrera de defensa que el becerro obtiene y con este desarrolla su inmunidad activa, los recién nacidos con una menor IgG sérica tienen mayor probabilidad de contraer una enfermedad (Dolecheck, s/f). Arnold (s/f) menciona, cuando existe una transferencia adecuada, tienen mejores tasas de crecimiento, menor morbilidad, costo de salud y como adultos han mejorado la producción de leche, en comparación con becerras que tuvieron fracaso en su inmunidad.

En los becerros un plano de nutrición más alto mejora la función inmune y reduce la incidencia de enfermedades como las diarreas (Lorenz, 2011), por lo cual se asume que el T2 por el alto contenido proteico y una mejor composición del alimento, aporta una mejor nutrición y por ende una menor morbilidad.

El T2 al presentar un menor porcentaje de MORB presenta mejores consumos de concentrado, GDP ya que los becerros sanos presentan mejores GDP a comparación de los enfermos (Dolecheck, s/f).

V. CONCLUSIONES.

El crecimiento y desarrollo de las becerras no fue modificado por los niveles de proteína cruda de los concentrados iniciadores utilizados ($P>0.05$). Sin embargo, hay una tendencia de mejoría para el T2.

La morbilidad presentada fue menor en el T2 a comparación del T1 por lo cual resulta mejor un mayor contenido de proteína cruda al tratarse de la salud de las becerras.

VII. LITERATURA CITADA

- Alta Genetics.** 2013. Diarrea neonatal en becerros. <https://mexico.altagenetics.com/diarrea-neonatal-en-becerros/>. (2, mayo, 2019).
- Amaral-Phillips, D.** Dairy calf management practices impact future production. Collegue of Agiculture, Food and Environment of Iniversity of Kentucky. <https://afs.ca.uky.edu/content/dairy-calf-management-practices-impact-future-production>. (22, mayo,2019).
- Amaral-Phillips, D.** s/f. Colostrum replacers for dairy or beef calves – do they work?. College of Agriculture, Food and Environment. <https://afs.ca.uky.edu/content/colostrum-replacers-dairy-or-beef-calves-do-they-work> . (14, marzo, 2019).
- Amaral-Phillips.** s/f. Preventing disease in baby dairy calves. Collegue of Agiculture, Food and Environment of Iniversity of Kentucky. <https://afs.ca.uky.edu/content/preventing-disease-baby-dairy-calves>. (abril, 2019).
- Arnold, M.** s/f. Colostrum management for dairy calves. College of Agriculture, Food and Environment. Departament of Animal and Food Sciences. <https://afs.ca.uky.edu/dairy/colostrum-management-dairy-calves> . (10, febrero, 2019).
- Anónimo.** s/f. Calf nutrition. Articles Extension Org. https://articles.extension.org/mediawiki/files/e/e8/RDR-Calf_Nutrition.pdf (Marzo, 2019).
- Bailey, T., D.V.M, M.S, & A.C.T.** (1994). El uso de los registros para la evaluación de los resultados reproductivos del hato en: memorias de la 10ª conferencia internacional sobre ganado lechero. México: Holstein de México.

- Biogenics.** 1980. Colostrometer. Biogenics. <http://www.colostrometer.com/sp/> . (23, marzo, 2019).
- Brown M.,** VandeHaar, M., Daniels,K., Liesman,J., Chapin,L., Forrest,J., Akers,R., Pearson,R., Nielsen, M. 2005. Effect of increasing energy and protein intake on mammary development in heifer calves. Journal Dairy Sci., Volumen (88): 595-603
- Chester-Jones, H.,** Broadwater, N. 2009. Calf starters. Minnesota Dairy Team. University of Minnesota. <https://vdocuments.mx/calf-starter-nutrition-and-management.html>. (28, abril, 2019)
- Dávila, N.C.T.** 1997. Manejo alimenticio de reemplazos lecheros. Monografía. Saltillo. Coahuila. 35.
- Faber, S.,** Faber, N., McCauley, T. 2005. Effects of colostrum ingestión on lactational performance. The Professional Animal Scientist.
- Feedstuffs.** 2009. Feeding & management important to optimize rumen development Frontline. Milk Productions. <https://www.milkproductsinc.com/assets/frontlines/63/frontline.pdf>. (marzo, 2019).
- Fleenor, W.,** Stott, G. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. Journal Dairy Science (63): Pp 973 – 977.
- García, L.** 2001. Estrategias de las agroindustrias lecheras latinoamericanas. Estudio comparativo ante el proceso de globalización económica. Revista Mexicana de Agronegocios. Volumen (9): Pp 263-273.
- Garnsworthy, P.** 2005. Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In Garnsworthy P. (ed). Calf and heifer rearing. Nottingham University Press. p. 1-12.

- Garzón, B.** 2008. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana, Cuba. [www. Producción-animal.com.ar](http://www.Producción-animal.com.ar). (marzo, 2019).
- Gasque, R.** 2008. Enciclopedia bovina. Editorial FMVZ. Primera edición. D.F. México. P 433.
- Godden, S. M.,** D. M. Haines, D. Hagman. 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. J. Dairy Sci. 92:1750
- Heinrichs, J.,** Jones, C. 2016. Colostrum management tools: Hydrometers and refractometers. PennState Extension. <https://extension.psu.edu/colostrum-management-tools-hydrometers-and-refractometers> . (8, marzo, 2019).
- Heinrichs, J.,** Jones, C. 2016. Photos of rumen development. Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. <https://extension.psu.edu/photos-of-rumen-development>. (marzo, 2019).
- INEGI.** 2019. Mapa digital de México. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjlxLjMyNjYyLGxvbjotMTAxLjk4MzM5LHo6MTIsbDpjMTEExc2VydmljaW9z> (8, mayo, 2019).
- INIFAP.** 2014. Crianza de becerras para sistemas familiares/semitecnificados de producción de leche. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Colón, Qro. P 2-3.
- Kent Nutrition.** 2019. Calf starters. Kent® Feeds. <https://kentfeeds.com/products/commercial-animals/dairy/calf-starters>. (28, abril, 2019).
- Kertz, A.,** Hill, T.M., Quigley, J., Heinrichs, A. Linn, J., Drackley, J. 2017. A 100 – year review: calf nutrition and management. Journal of Dairy Science. Volumen (100). P 10151-10172

- McGuirk, S.M.,** Ruegg, P. 2011. Calf diseases and prevention. University of Wisconsin-Madison. <https://articles.extension.org/pages/15695/calf-diseases-and-prevention>. (25, mayo, 2019).
- Milk Productions.** 2009b. Importance of the colostral milk. Milk Productions. <https://www.milkproductsinc.com/assets/frontlines/17/frontline.pdf> . (17, febrero, 2019).
- Milk Productions.** 2010. Basics of colostrum replacer selection. Frontline. <https://www.milkproductsinc.com/assets/frontlines/119/frontline.pdf> (10, marzo, 2019)
- NAHMS.** 1994. Dairy heifer morbidity, mortality, and health management focusing on preweaned heifers. National Animal Health Monitoring System. Ames, Iowa. 22 P.
- NRC.** 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Nacional Research Council. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition. 7ma Edición. Washington, D.C. U.S.A. 363p.
- Ortiz, J.,** García, O., & Morales, G. (2005). Manejo de bovinos productores de leche. México: Colegio de Potsgraduados.
- Pavón, P.** 2009. Revisión y establecimiento de un protocolo para manejo de la crianza de becerras en un establo en la región Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila. Pp 6-8.
- Pavón, P.** 2009. Revisión y establecimiento de un protocolo para manejo de la crianza de becerras en un establo en la región Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila. P 35.
- RAE.** 2019. Diccionario de la lengua española. real academia española. <https://dle.rae.es/?id=Pmpl63u>. (25, mayo, 2019).
- Raub, J.,** Heins, B.J., Chester-Jones, H., Diaz, H.L., Ziegler, D., Linn, J., Broadwatere, N. 2019. Relationships between protein and energy consumed from milk

replacer and starter and calf growth and first-lactation production of holstein dairy cows. Journal Dairy Sci. Volumen (102): 301-310

Rodríguez, K. 2008. Manejo de crianza de becerras Holstein. Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila. P 5.

SAGARPA, 2018. Crece la producción de leche en México. <https://www.gob.mx/sader/colima/articulos/crece-la-produccion-de-leche-en-mexico-sagarpa-158944?idiom=es> (4, diciembre,2018).

SIAP. 2018. Atlas agroalimentario 2012-2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP. México, Cd. Mex. Pp 178-179.

Uetake, K. "013. Newborn Calf welfare: A review focusing on mortality rates. Journal of Animal Science (84): 101 – 105.

Unión de Crédito Alpura. 2017. Herramientas para evaluar la ingesta de calostro en becerros recién nacidos. Unión de Crédito Alpura. <http://www.uniondecreditoalpura.com/images/pdf/importancia%20de%20calostro%20en%20becerros%20recien%20nacidos.pdf> . (19, marzo, 2019).

Urie, N., Lombard, J., Shivley, C., Koprak, A., Adams, A., Earleywine, T., Olson, J., Garry, F. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. Journal of Dairy Science. Volumen (101): 9229 – 9244.

USDA. 2010. Cattle and calves nonpredator death loss in the United States, 2010. United States Department of Agriculture. USDA. Fort Collins, CO

Veal Farms. 2015. Calf starter. Veal Farms of Ontario. <http://calfcare.ca/feeding/solid-feed/calf-starter/>. (29, abril, 2019).

VetGroup. 2017. Calf starters. GBM Technology. <https://www.thevetgroup.com.au/calf-starters/>. (28, abril, 2018)

Virbac. 2018. Diarrea neonatal bovina. Virbac México. Guadalajara, Jal.

- Stott, G.,** Reinhard, E. 1978. Adrenal function and passive immunity in the dystocial calf. Journal of Dairy Science. Volumen (61): Pp 1457-1461
- Renner, E.J.** 1989. Los terneros. Editorial Hemisferio Sur. Capítulo 3 Digestión y Metabolismo en el Ternero. 25.
- Medina, C. M.** 1994. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. UTEHA Noriega Editores. Editorial Limusa S.A. Primera edición. México.
- Akayezu, J.,** Linn, J., Otterby, D., Hansen, W., Johnson, D. 1994. Evaluation of calf starters containing different amounts of crude protein for growth of holstein calves. Journal Dairy Sci. Volumen (77): 1882-1889
- Quigley, J.** 1998. Calf starter quality. CalfNotes.com. <http://calfnotes.com/pdffiles/CN010.pdf>. (29, abril, 2019)
- Quigley, J.** 1998. Palatability of calf starters. CalfNotes.com. <http://calfnotes.com/pdffiles/CN047.pdf>. (26, mayo, 2019).
- Quigley, J.** 1999. Using a refractometer. CalfNotes.com. <http://calfnotes.com/pdffiles/CN039.pdf> .(14, marzo, 2019).
- Quigley, J.** 2001. CalfNote #64 – ¿Los métodos de alojamiento influyen en el comportamiento del ternero?. CalfNotes.com. <http://calfnotes.com/pdffiles/CN064.pdf> (18, febrero, 2019).
- Martínez, A.** 2003. Manual de crianza de becerras. Grupo Editores Agropecuarios. Segunda edición. Tlalnepantla. México. Pp 7.
- Amaral-Phillips, D.,** Scharko, P., Johns, J., Franklin, S. 2006. Feeding and managing baby calves from birth to 3 months of age. Univerity of Kentucky. College of Agriculture. Lexington, KY. P6.
- Elizondo, J.** 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. Revista Agronomía Mesoamericana. Volumen (18): 10 p.

- Milk Productions**, 2009a. The housing link. Calf Solutions Products. Milk Productions. <https://www.milkproductsinc.com/assets/frontlines/50/frontline.pdf> (19, febrero, 2019).
- Godden, S.**, Haines, D., Konkol, K., Peterson, J. 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volumen of colostrum fed. Journal of Dairy Science (92): Pp 1758 – 1764.
- Lorenz, I.**, Mee, J., Earley, B., More, J. 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. Journal of Veterinary Ireland. Volumen (64). P 10.
- Blanco, M.** 2012. Alimentación en becerras lactantes. Engormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/alimentacion-becerras-lactantes-t29675.htm>. (abril, 2019).
- Almeyda, M.** 2013. Manual de manejo y alimentación de vacunos – parte I: recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Lima, Perú.
- Acosta, A.** 2015. Crianza de becerras del nacimiento al destete. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila. 36 p.
- Dolecheck, K.**, Bewley, J. 2016. Key connections in calf management. Collegue of Agiculture, Food and Environment of Iniversity of Kentucky. <https://afs.ca.uky.edu/content/key-connections-calf-management>. (22, mayo, 2019)
- Jones, C.**, Heinrichs, J. 2017. Feeding the newborn dairy calf. Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. <https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf#section-4> . (Marzo, 2019).
- Durán, J. A.** 2018. Crecimiento de reemplazos lecheros del nacimiento a los 24 meses de vida. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coahuila. P 20.

- Martínez, A.** 2018. Manual de crianza de becerras. Editorial Simiente, S.A. de C. Tercera edición. Atizapán. México. 224 p.
- Bernard, J.** 2018. Promote calf starter intake. Dairy Herd Management. <https://www.dairyherd.com/article/promote-calf-starter-intake>. (28, abril, 2019).
- Fordyce., Dickrell, J.** 2018. Calving basics: the fist 15 minutes. Dairy Herd Management. <https://www.dairyherd.com/article/calving-basics-first-15-minutes> . (12, febrero, 2019).
- Arnold, M.** 2019. Calf Diarrhea – New research into oral electrolyte therapy. Colleague of Agriculture, Food and Environment of Iniversity of Kentucky. <https://afs.ca.uky.edu/dairy/calf-diarrhea-new-research-oral-electrolyte-therapy>. (8, mayo, 2019).