



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO AMECAMECA

LICENCIATURA EN
MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA.

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE UNA FÓRMULA POLIHERBAL (ImmuPlus®)
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE SALUD EN BECERRAS
HOLSTEIN”

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:
OSCAR PONCE PÉREZ

ASESOR:
DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA
CO-ASESOR:
DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

Amecameca de Juárez, Estado de México, Octubre de 2018

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de México, por brindarme la oportunidad de obtener de ella, la formación persona y profesional de calidad que me proporcionó por la cual estaré siempre agradecido.

A mi asesor el Dr. Enrique Espinosa Ayala y a mi co-asesor el Dr. Pedro Abel Hernández García por tomarme en cuenta, la orientación y el apoyo brindado durante y después de la realización del proyecto, de igual modo al Dr. German Mendoza Martínez por las atenciones y apoyo brindado en todas las etapas del proyecto titulado: “Efecto de productos poliherbales en la alimentación de becerras Holstein”,

A Technofeed México y la Universidad Autónoma Del Estado De México por el apoyo económico durante la realización del experimento.

Al M. en C. Adrián Nava Mondragón por facilidades prestadas para la elaboración de este documento

A la M. en C. Lucero Velázquez Cruz, al M. en C. Cesar Díaz Galván y a la M. en C. Nora Idolina Ortega Álvarez por la ayuda y amistad brindada, además de haber formado un equipo eficiente y comprometido con el proyecto ya que sin su ayuda no hubiese sido posible la realización del experimento.

Por ultimo al equipo de trabajo del área de crianza los cuales facilitaron la realización de muchas actividades necesarias para este proyecto.

DEDICATORIAS

A mis padres Arturo Ponce y Guillermina Pérez por el amor, apoyo y la confianza incondicional pero sobre todo por enseñarme con el ejemplo a trabajar y esforzarme por ser una mejor persona, sin ustedes no sería el hombre que hoy en día soy, con los sueños y ambiciones que espero compartir con ustedes.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| AGRADECIMIENTOS..... | i |
| DEDICATORIAS..... | ii |
| ÍNDICE | iii |
| RESUMEN..... | v |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| ANTECEDENTES | 3 |
| 1. Situación de la lechería en México..... | 3 |
| 2. Sistemas de producción de leche en México | 5 |
| 2.1 Doble Propósito | 7 |
| 2.2 Semitecnificado | 7 |
| 2.3 Tecnificado | 8 |
| 3. Reemplazos en Sistemas de producción tecnificados..... | 11 |
| 3.1 Manejo productivo | 15 |
| 3.1.1 Gestación | 15 |
| 3.1.2 Periodo seco y periodo de transición | 18 |
| 3.1.3 Parto | 20 |
| 3.1.4 Calostrado | 22 |
| 3.1.5 Lactancia | 27 |
| 3.1.6 Delactación e incorporación de sólidos | 29 |
| 3.1.7 Delactación total | 31 |
| 3.2 Parámetros Productivos y medidas zoométricas | 32 |
| 3.2.1 Estimación del crecimiento mediante ecuaciones de regresión | 35 |
| 3.3 Patologías en becerras | 36 |
| 3.3.1 Congénitas | 36 |
| 3.3.2 Perinatales | 38 |
| 3.3.3 Digestivas | 40 |
| 3.3.4 Respiratorias | 43 |
| 3.3.5 Mortalidad y morbilidad | 44 |
| 4. Aditivos herbales..... | 46 |
| 4.1 <i>Emblica officinalis</i> | 51 |
| 4.2 <i>Tinospora cordifolia</i> | 52 |

| | |
|--|----|
| 4.3 <i>Withania somnifera</i> | 52 |
| 4.4 <i>Ocimum sanctum</i> | 52 |
| 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 54 |
| 6. JUSTIFICACIÓN | 55 |
| 7. HIPÓTESIS | 57 |
| 8. OBJETIVOS..... | 58 |
| 8.1 Objetivo General | 58 |
| 8.2 Objetivos Específicos | 58 |
| 9. MATERIALES Y MÉTODOS | 59 |
| 10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 62 |
| 11. CONCLUSIÓN | 70 |
| LITERATURA CITADA | 71 |
| ANEXOS | 86 |

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la inclusión de una fórmula polihierbal (ImmuPlus®) a diferentes dosis (1, 2 y 3 g día⁻¹), sobre los parámetros productivos y de salud, se asignaron diez becerras de 22 días de edad con un peso promedio de 45 kg a cinco tratamientos, el tratamiento 1 fue considerado testigo, el dos placebo, el tres con la inclusión de 1, el cuatro con 2 y el cinco con 3 g d⁻¹, se obtuvo el peso inicial, peso final, ganancia de peso, ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia, así como las medidas zométricas, los parámetros de salud fueron número de eventos clínicos, días en tratamiento y costo de los tratamientos, los resultados se analizaron mediante un diseño completamente al azar con una significancia de 0.05, se correlacionó el peso final con las medidas zométricas mediante un regresión múltiple. No se encontraron diferencias significativas de los parámetros productivos ni medidas zométricas, mientras que se observó una disminución en el número de días en que se introducía a tratamientos curativos a las becerras en los tratamientos de 1g y 2g de ImmuPlus®, viéndose reflejado de manera positiva dentro de los costos de sanidad en la producción de reemplazos siendo una alternativa para disminuir el número de días y cantidad de fármacos utilizados para tratar enfermedades en los sistemas de producción intensivos de leche.

Palabras clave: Becerras Holstein, fórmula polihierbal, parámetros productivos, sanidad, costos.

INTRODUCCIÓN

Dentro del sistema de producción tecnificado de leche se llevan a cabo prácticas donde se busca que el hato ganadero se encuentre en las mejores condiciones productivas y en un estado de uniformidad en el cual inciden diversos factores; entre estos se encuentran aquéllos relacionados con el reemplazo de animales, los cuales son importantes en la eficiencia de la empresa lechera dado que si existe un animal que no cumpla con los parámetros se verá influenciado negativamente en la rentabilidad de la misma (Compton *et al.*, 2017). La meta principal de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo (Castro y Elizondo, 2012). Para lograr un buen reemplazo se debe obtener buen estado de salud, buen manejo, tasas de crecimiento y una alimentación balanceada, cuatro factores importantes que debe buscar cualquier sistema de crianza y desarrollo de terneras (Tobón, 2015). La importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la etapa de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas desechadas del establo por problemas reproductivos, sanitarios o por bajo rendimiento de leche (Almeyda y Parreño, 2011).

Las enfermedades de las terneras, suelen presentarse y complicarse cuando no se toman en cuenta los siguientes factores: errores de alojamiento y alimentación, establos sucios y fríos, corrientes de aire, uso permanente de establos sin desinfección, mala ventilación, utensilios sucios, leche fría y alimentos viejos o mal conservados (Gallo, 2017). Las tres afecciones más frecuentes que resultan en la enfermedad y la muerte de la becerria antes del destete incluyen septicemia, neumonía y, con mayor frecuencia, en todo el mundo, diarrea neonatal de la ternera (ENT), la cual sigue siendo la causa más común de morbilidad y mortalidad en becerras en todo el mundo (Delgado, 2000). Existe una amplia variación en la incidencia de trastornos en las becerras lecheras, encontrándose una morbilidad de hasta un 35% con riesgos específicos de problemas digestivos y enfermedades respiratorias bovinas de 29 a 39%, respectivamente (Windeyera *et al.*, 2014).

Para minimizar la morbilidad y mortalidad de las becerras se combina una variedad de componentes de manejo, desde un buen programa de vacunación de vacas secas, manejo de calostro, limpieza y alimentación y cuidado general del recién nacido. Además incluye una variedad de medidas preventivas, así como el mantenimiento de buenas prácticas de salud y alimentación. Todo ello con la finalidad de mantener un buen control de la salud de la becerro el cual ahorrará muchas veces el costo de estas prácticas y productos de los costos reducidos de la crianza de vaquillas (Heinrichs, 2011).

Durante décadas se han utilizado los aditivos en la producción animal por los efectos benéficos que producen en indicadores fisiológicos, productivos y de salud (García y García, 2015). Las fórmulas poliherbales tienen efecto en el rendimiento del crecimiento, parámetros sanguíneos, respuesta inmune y microbiota intestinal (Kim *et al.*, 2015). Siendo ImmuPlus® una formulación polih herbal, que contiene cuatro plantas medicinales (*Emblica officinalis*, *Tinospora cordifolia*, *Withania somnifera*, *Ocimum sanctum*) conocidas en Ayurveda (medicina tradicional de la india) por su uso en el tratamiento de enfermedades humanas además de ser evaluado por su eficacia para estimular la inmunidad inespecífica en vertebrados (Cecchini *et al.*, 2014).

ImmuPlus® contienen pro-vitaminas y pro-nutrientes, como terpenos, fenoles, aminoácidos, vitaminas C y E naturales y oligosacáridos, antioxidantes etcétera. El organismo utiliza estas sustancias como base para elaborar algunas funciones inmunológicas y metabólicas optimizando el sistema inmune, promover la salud y la producción logrando minimizar las posibilidades de infecciones virales, bacterianas y otras enfermedades. Las vitaminas y los compuestos fenólicos desempeñan un papel muy eficaz en el refuerzo de los mecanismos de defensa y en la inhibición natural del crecimiento de microorganismos patógenos, facilitando además la producción óptima de inmunoglobulinas, anticuerpos y otros componentes inmunes (Technofeed México, 2018).

ANTECEDENTES

1. Situación de la lechería en México

El consumo y el comercio mundial de alimentos en general y de lácteos en particular está influenciado por un conjunto de factores referidos al contexto macroeconómico esperado y a la evolución de la población mundial y su localización, así como de las políticas de apoyo a la producción y comercialización en los distintos países y de las negociaciones internacionales. Todos ellos afectan la demanda, la oferta y el comercio mundial. El crecimiento del consumo mundial de lácteos dependió en gran medida del aumento de población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, en tanto que el crecimiento del consumo por habitante explicó el restante 30%. El aumento rápido en la población y la creciente urbanización son algunos de los factores que están impulsando un enorme incremento de la demanda de alimentos de origen animal (leche, carne, huevos) en los países en desarrollo. Mundialmente la producción pecuaria está creciendo más de prisa que cualquier otro sector, y se prevé que para 2020 el sector ganadero será el sector agropecuario más importante en lo que respecta al valor agregado (SE, 2012).

El sector de lácteos es uno de los más complejos en la cadena de producción pecuaria. Tiene un ciclo de producción largo e interactúa activamente con el sector bovino de carne y con el mercado de forrajes. Asimismo, un importante número de productores en México participan en la cadena bajo una dualidad en la producción, tanto de carne como de leche. El consumo de leche en México está ligado al ingreso real, precios y las preferencias de los consumidores. Un poco más del 40% del consumo total es en forma de leche fluida y el resto se utiliza en productos manufacturados. La demanda por este producto mantiene una tendencia al alza de manera progresiva. Se estima que el consumo pasará de 11.8 mil millones de litros en 2009 a 14.6 en 2018 (SAGARPA, 2009).

En 2017, México ocupó la octava posición en la producción mundial de leche, dando que tres de cada cien litros que se producen en el mundo son de origen mexicano. A nivel nacional, la producción de leche de bovino alcanzó 116 millones

935 mil litros para el segundo trimestre (SAGARPA, 2017). El volumen de leche obtenido durante el mes de diciembre de 2017 fue de 991,199 miles de litros (kilolitros) equivalentes a 1,020,439 toneladas de leche. Esa cantidad mayor, por un 0.37% que la del mismo mes del año anterior (diciembre 2016). La producción acumulada al cierre del año 2017 fue de 11,807,557 miles de litros equivalentes a 12,155,880 toneladas, siendo 1.72% superior a lo reportado en 2016 (LACTODATA, 2018). Por lo cual, se considera al subsector lechero como uno de los sistemas prioritarios en México, dada su importancia como sector proveedor de alimentos y generador de empleo, lo cual es apoyado por estadísticas del INEGI, que señalan que la leche es el tercer producto alimenticio más consumido en los hogares mexicanos; cabe aclarar que uno de cada diez pesos del gasto en los hogares corresponde a los lácteos (Domínguez *et al.*, 2014).

Ahora bien, la producción de leche en México encargada de satisfacer la demanda se ha concentrado en cuencas especializadas, desde donde se distribuye a los grandes centros urbanos de consumo, caracterizados por su concentración espacial y su relevancia económica haciendo evidente el avance de la lechería en el país, lo que es comprensible si se considera que la evolución de la producción de leche está íntimamente ligada al crecimiento de la población. Esta tendencia continúa aún a pesar de los volúmenes de importación de leche en polvo y productos derivados con alta capacidad de sustituir a la leche líquida. Tanto la lechería intensiva del norte del país como la semi-intensiva familiar y la de doble propósito muestran avances importantes durante los últimos doce años (Vera *et al.*, 2017).

Al igual que en otros países, en México existe una tendencia hacia la concentración de la producción de leche que está relacionada de manera directa con el avance del modelo Holstein; lo cual se deriva, normalmente, de las exigencias de calidad, en donde los pequeños productores han quedado, generalmente, segregados y desplazados de los mercados, dada su limitada capacidad para producir los grandes volúmenes requeridos por las empresas industrializadoras del lácteo (Pomeón *et al.*, 2006).

El denominado modelo Holstein es un paradigma tecnológico que incorpora los avances científicos para hacer intensiva la producción, este modelo nace a principios del siglo XX, impulsado por diversas investigaciones sobre reproducción asistida; sin embargo, es hasta 1930 cuando se desarrolla de manera plena en occidente. A la par, fueron incorporados otros avances científicos y tecnológicos relacionados con la producción y uso de antibióticos y con la conservación de alimentos (Del Valle, 2000). La lechería en México ha sido de vital importancia dentro del desarrollo económico y social del país; sin embargo, la ganadería lechera, ha sido una de las actividades más severamente afectadas por la apertura comercial y el proceso de globalización que ha significado estimular las exportaciones, importar alimentos, eliminar subsidios para forzar la competitividad de productos nacionales y recortar presupuestos de programas de apoyo a este sector (García, 2005).

En México, el déficit en el mercado de leche es complementado con importaciones. Para 2009, se estimó una importación de 1.0 mil millones de litros y se espera que a finales del 2018 estas disminuyan a 946 millones (SAGARPA, 2009). En compra de leche en polvo, México posee el segundo lugar en el mundo, con 7.9% de las importaciones globales. Ocho de cada diez toneladas que se importan proceden de Estados Unidos. En el contexto mundial, México posee el 6° lugar en compra de leche (leche en polvo, líquida, evaporada, condensada, sólidos lácteos, preparaciones y otros), con 3.4% de las importaciones globales (SAGARPA, 2017).

2. Sistemas de producción de leche en México

Los sistemas de producción de leche presentan una diversidad de condiciones, las que van determinando una variedad de costos de producción, entre los principales factores que influyen en este tema se tienen: el grado de tecnificación de la explotación, el tipo de alimentación del ganado, el tipo de raza o ganado lechero especializado entre otros, así como las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua. Al considerar el grado de tecnificación de las unidades de producción lecheras, destaca que el nivel de los costos de producción sea más alto en las que

operan con una mayor tecnificación, lo cual está relacionado por el peso de los costos de alimentación, gastos generales, depreciaciones, pagos de impuestos y gastos financieros, principalmente. En contraste, en las unidades de producción de menor tecnificación el mayor peso en costos corresponde a la mano de obra y no tienen costos por servicios financieros. La viabilidad por tipo de explotación está relacionada no sólo con la rentabilidad que obtienen en cada caso, también se relaciona con los niveles de productividad y competitividad con la que trabajan. Esta situación puede visualizarse, al observar que en términos absolutos como relativos, la utilidad es más alta en las unidades de producción no tecnificadas; pero en contraste, el promedio de producción en litros por día es considerablemente menor al compararlas con los sistemas tecnificados (SE, 2012).

El sistema de producción se define como el conjunto de componentes que interaccionan unos con otros, de tal forma que cada conjunto se comporta como una unidad completa. Estos elementos guardan una estrecha relación entre sí, manteniendo al sistema directa o indirectamente unido para alcanzar un objetivo, Es decir, el sistema de producción determina cómo y con qué se realizan las actividades de producción, de manera que la interacción entre sus componentes determina los resultados (Armendáriz *et al.*, 2017). La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, adquiere las características de la región donde se realice, en conjunto con la aplicación de conocimientos empíricos y costumbres tradicionales de la población de dicha región (SAGARPA, 2000).

La organización de la producción de leche es un reflejo fiel de lo que ocurre en el mundo: procesos de concentración de la producción, y control de la agroindustria. En México existen diferentes sistemas de producción de leche de bovino, cada uno caracterizado por el tipo de productores, las condiciones climáticas en el que se desarrolla, la tecnología utilizada y los rendimientos que se obtienen (Armendáriz *et al.*, 2017). Se presentan tres sistemas diferenciados geográfica,

tecnológica y productivamente: a) Doble propósito, b) familiar o semi-tecnificado y c) tecnificado (Vera *et al.*, 2017).

2.1 Doble Propósito

Los sistemas de producción de doble propósito se desarrollan principalmente en las regiones tropicales del país, donde utilizan razas cebuinas y cruzas con Suizo, Holstein y Simmental, principalmente (Maldonado, 2011). Y mediante cruzamientos de razas estas razas (*Bos taurus* europeas especializadas o criollas con las razas *Bos indicus*), se obtienen simultáneamente los productos leche y carne (Arce *et al.*, 2017); por lo cual son considerados como ecosistemas modificados por el productor mediante el manejo del componente bovino a través de un conjunto estructurado de actividades y decisiones sobre el uso de pastizales, información y tecnología, cuyos efectos interactúan en un entorno agroecológico y socioeconómico con el objetivo de producir carne y leche para el consumo humano así, con la finalidad de incrementar sus ingresos, el productor decide orientar su producción a la leche o a la carne según las condiciones del mercado (Juárez *et al.*, 2015).

2.2 Semitecnificado

En este sistema de producción los genotipos más utilizados son Holstein, Pardo Suizo Americano y sus cruzas, el ganado está en semiestabulación en pequeñas extensiones de terreno, con instalaciones acondicionadas a la agroempresa lechera. La extracción de la leche se realiza con ordeñadora mecánica de pocas unidades y manual, careciendo en la gran mayoría de equipo propio para enfriamiento y conservación de la leche (Maldonado, 2011). Por lo que se considera que el nivel tecnológico que se utiliza es considerado de nivel intermedio, la alimentación del ganado se basa en pastoreo directo, complementado con forrajes de corte, sólo en el momento de la ordeña se utiliza alimento balanceado comercial, se carece de control productivo y los programas de reproducción generalmente consisten en el uso de inseminación artificial (Armendáriz *et al.*, 2017).

2.3 Tecnificado

En los sistemas pecuarios tecnificados, se promueve ampliamente la utilización de recursos genéticos de alta selección, tales como las razas *Bos taurus* de aptitud lechera como el Holstein (Gil, 2017); están bajo estabulación, usan forrajes cosechados bajo riego, fertilización y concentrados (Monforte *et al.*, 2006); son altamente tecnificados, el ganado que predomina es el Holstein y en menor medida de las razas Pardo Suizo y Jersey, especializados en la producción de leche. La raza Holstein, también es conocida como Frisona, Friesian, Holando, Holandesa, etc., es la raza más conocida a nivel mundial, encontrándose en la mayoría de países de latinoamérica y se considera como la raza más productora de leche, pero que requiere de condiciones medioambientales para poder expresar el máximo de su producción. Esta raza es originaria de Holanda, donde se desarrolla en territorios que poseen una buena vegetación lo que le permite obtener buenos rendimientos productivos y reproductivos (Marín 2011).

Los procesos de producción de forrajes, ordeño y manejo de la leche utilizan maquinaria y equipo especializado, la alimentación del hato está basada en dietas balanceadas y forrajes de corte de buena calidad (Armendáriz *et al.*, 2017). La leche producida en estos sistemas, principalmente es destinada a las plantas pasteurizadoras y transformadoras; la industria procesadora de la leche fluida es el principal mercado debido a que los otros sistemas difícilmente cumplen con los estándares de calidad (SAGARPA, 2009).

En estos sistemas se recrean condiciones en la infraestructura destinada para este fin, como son condiciones de temperatura, luz y humedad principalmente para favorecer el estado de confort y bienestar animal. Estos sistemas deben ser eficientes productivamente y su propósito es incrementar la producción en el menor periodo de tiempo posible; pero requieren principalmente de muchos recursos externos e inversiones económicas para brindar las condiciones de infraestructura, tecnología, alimentación, mano de obra, implementos y equipos sofisticados. Los sistemas intensivos de producción ganadera nacen en la era de la revolución tecnológica, cuyo objetivo principal es la de obtener un alto beneficio

económico, en el menor periodo de tiempo posible, con la administración de alimentos altamente nutritivos (Marín, 2011).

Dentro de este sistema de producción tecnificada de leche se llevan a cabo prácticas donde se busca que el hato ganadero se encuentre en las mejores condiciones productivas y en un estado de uniformidad en el cual inciden diversos factores; entre estos se encuentran aquéllos relacionados con el reemplazo de animales, los cuales pueden ser importantes en la eficiencia de la empresa lechera dado que si existe un animal que no cumpla con los parámetros se verá influenciado negativamente en la rentabilidad de la misma. En la unidad de producción el reemplazo o desecho es inevitable para todos los animales lecheros, ya que en última instancia deben salir del hato para buscar siempre que la producción lechera sea rentable. Por lo tanto, aunque estos eventos son inevitables y comunes, comprender su alcance y causas a nivel de hato o industria es desafiante porque el reemplazo está influenciado por factores económicos, de manejo y de enfermedades animales (Compton *et al.*, 2017).

La tasa de desechos es la proporción de vientres vivos que se retiran del hato en cada año contable, debido a su edad avanzada u otras limitaciones de reproducción, lactancia, sobrevivencia y calidad de las crías, de manera que no reúnen las características deseables de producción para permanecer en el hato. En sistemas de producción de lechería intensiva se tiene un 20% anual, cuanto más alta sea la tasa de desecho anual de vientres, mayor será la presión de selección en el hato, lo cual es un factor deseable en toda empresa ganadera, puesto que se supone que si se está haciendo mejoramiento genético, las vaquillas y novillas van a tener mayor potencial de producción que sus vacas madres. La tasa anual de desecho de vientres depende de los objetivos de la empresa. Por ejemplo, si el objetivo es aumentar el número de vientres en ordeño al siguiente año y no se cuenta con las vaquillas/novillas aptas para reemplazo de los vientres desechados, tampoco se cuenta con el dinero o la capacidad de crédito para adquirir las vaquillas de reemplazo, será necesario hacer una presión de selección más baja, esto significa que algunos vientres que no cumplen con las características deseadas para permanecer en el hato, se tendrán que quedar en la

empresa, aunque sea por un período de parición adicional. Debe quedar claro que la rentabilidad debe estar siempre presente para la toma de estas decisiones (Morales *et al.*, 2009).

La meta principal de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo; sin embargo, la alimentación y prácticas de manejo en la crianza y desarrollo de becerras no son una prioridad en muchas unidades de producción ganaderas en nuestro país (Castro y Elizondo, 2012). Además de que este proceso de crianza durante al menos dos años no brinda un ingreso económico para el productor, esto podría ser una razón por la que reciben poca atención en muchas ocasiones. Sin embargo la inversión que presenta la producción de reemplazos puede verse retribuida ampliamente una vez que estos animales ingresan al hato ya que en teoría deben tener una mejor genética y por lo tanto podrían contribuir a mejorar los indicadores productivos y reproductivos del hato además de no se arriesgar a la unidad de producción frente la entrada de animales externos para reemplazo y por ende de alguna enfermedad que no se encuentre presente (Baca, 2017).

Los costos en vaquillas de reemplazo están influenciados por una variedad de situaciones, dentro de los ranchos con altos niveles de morbilidad y de mortalidad han aumentado los costos por factores como el poco crecimiento de las vaquillas que van a primer parto tardíamente en el ciclo y tienen tasas mayores de desecho, todo incrementa los costos de la recria, la edad al parto y las tasas de rotación del hato o de desecho, son los factores principales que afectan los costos de reemplazo en el hato, ya que estos afectan el número de vaquillas que deben criarse para mantener el tamaño de hato en ordeña (Heinrichs, 2011). Algunos de los problemas reproductivos más comunes en los sistemas de producción tecnificados de bovinos productores de leche, se asocian al manejo por parte del personal, lo cual tiene una repercusión económica al aumentar costos de producción por más tiempo en que la vaca se encuentre en días no productivos abarcando todos los puntos que ello implica, o el manejo que se le brindo al reemplazo durante sus etapas fisiológicas (SAGARPA, 2009).

3. Reemplazos en Sistemas de producción tecnificados

La producción de leche de vaca es un proceso en el cual inciden diversos factores; entre estos se encuentran aquéllos relacionados con el reemplazo de animales, los cuales pueden ser importantes en la eficiencia de la empresa lechera. El desecho del ganado, entendido como el acto mediante el cual se eliminan animales del hato (ya sea por razones voluntarias, como por ejemplo para mejoras genéticas, o por causas involuntarias como lo serían las fallas reproductivas o alguna enfermedad), es particularmente importante cuando se realiza de manera prematura, ya que puede provocar un efecto negativo en la producción de leche (Mendoza *et al.*, 2012).

La crianza de reemplazos es un aspecto fundamental en cualquier sistema de producción lechero, ya que las terneras son el futuro de la lechería. Para lograr un buen reemplazo se debe obtener buen estado de salud, buen manejo, tasas de crecimiento, alimento balanceado, cuatro factores importantes que debe buscar cualquier sistema de crianza y desarrollo de terneras (Tobón, 2015). La importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la etapa de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas desechadas del establo por problemas reproductivos, sanitarios o por bajo rendimiento de leche (Almeyda y Parreño, 2011).

La recría es un componente vital en los hatos lecheros, pues el momento más crítico en la vida de un reemplazo es durante sus primeros días de vida. La becerria nace con un potencial genético predeterminado, el cual puede ser afectado permanentemente por las decisiones de manejo implementadas a lo largo del período de crianza y por los factores ambientales. El potencial genético de una becerria puede ser visto como el límite superior que se expresa solo si se implementan las decisiones adecuadas en el momento adecuado. Se ha observado que el nivel de manejo tiene un gran efecto sobre la morbilidad y mortalidad de la cría pues un buen manejo a los animales jóvenes en su período neonatal puede reducir marcadamente esta morbilidad y mortalidad, mientras que un mal manejo llevará a pérdidas económicas por un desempeño reproductivo

subóptimo, ya que este mal manejo en jóvenes puede reducir la actividad de por vida de una vaca como individuo y de todo un hato (Aguilar, 2006). La salud de la becerro, su crecimiento y su productividad dependen fuertemente de la nutrición y las prácticas de manejo en el establo. Cada becerro nacida representa una oportunidad para mantener o aumentar el tamaño del hato, para mejorar al hato genéticamente y potencialmente mejorar los retornos económicos para el establo (Zanton y Heinrichs, 2010).

Se define la crianza de reemplazos como aquellas etapas que van del nacimiento hasta el estado de vaquilla al parto; la comprensión adecuada del proceso de crianza, desde el nacimiento, demanda el entendimiento en términos generales del ciclo biológico de los animales en sus etapas correspondientes al crecimiento y al desarrollo, ya que las transformaciones fisiológicas de los animales son las que determinan su mantenimiento y manejo (Blanco, 2007). Esta es una actividad que determina la renovación del hato y permite hacer un mejoramiento genético. Actualmente la mayoría de las unidades de producción lecheras tienen problemas en la cría de becerros, debido fundamentalmente a la cantidad y costo de su alimentación, control sanitario y manejo en general, pues cualquier alteración que ocurra en el estado de salud de los animales produce disminución del desempeño y rentabilidad del hato (Aguilar, 2006). Debido a la problemática que enfrentan los sistemas de producción de leche en relación a los costos de producción, el sistema de crianza de terneras está orientando hacia nuevas técnicas de alimentación con el fin de disminuir los costos en leche, mano de obra sin afectar la salud y el bienestar de la ternera. Para lograrlo es necesario intensificar el plan de alimentación desde el nacimiento en la búsqueda de un destete temprano y favorecer un desarrollo en la madurez anatómica y funcional del sistema digestivo de las terneras (Elizondo y Sánchez, 2012).

La crianza de reemplazos es una actividad que genera costos para las unidades de producción, los cuales se separan en dos categorías principales. Estos son costos ajustados los cuales incluyen instalaciones, equipo, propiedad, maquinaria, depreciación, interés sobre la inversión, reparaciones, impuestos y seguro. Algunos de estos costos son del tipo que frecuentemente se ignoran por aquello

que no están acostumbrados a un rígido sistema de contabilidad, pero todos ellos son reales y pueden agregar una porción significativa a los costos de la crianza de vaquillas (Heinrichs, 2011). El principal costo de la producción de reemplazos es el mantenimiento de la vaca de cría, que es un costo fijo, le sigue el costo de la lactancia y, finalmente, el de gestación, a ello se agrega el consumo de forraje del ternero hasta el destete (Schilder, 2014).

Las características reproductivas determinan la eficiencia reproductiva del hato, y son uno de los aspectos más importantes, ya que tiene impacto en los costos de producción del ganado. La eficiencia reproductiva determina en gran medida la rentabilidad de una empresa ganadera, pues ésta depende del período de reproducción de las hembras (Vergara *et al.*, 2009). El entendimiento de los costos involucrados en la cría de reemplazos debe ser una cuestión importante para los productores en la industria lechera, ya que, los animales de reemplazo se estiman dentro del 15 al 20 por ciento del total de los costos de producción de leche. El reemplazo de vaquillas se califica como el segundo o tercer componente más grande en costos de producción después de la alimentación y la mano de obra, en la mayoría de los establos lecheros. La recría es una de las áreas más descuidadas en la industria lechera. El mayor impacto económico que contribuye en los costos totales de producción es la alimentación; criar reemplazos conforma entre el 15 y 20% de los costos totales de cada litro de leche producido; asimismo, también es un área de oportunidad para mejorar el desempeño animal y disminuir costos si éstos se aprovechan. Cuando se pretende reducir los costos de alimentación en la lactancia y se utilizan manejos alternativos como suministrar menor cantidad de sustituto de leche o utilizar sustitutos de bajo precio en el mercado pudieran verse afectadas las becerras en su crecimiento, ya que éstos pueden afectar negativamente el desarrollo y productividad futura de los reemplazos (González *et al.*, 2017).

La industria de bovinos especializados en producción de leche trata de mantenerse más redituable, optimizando sus parámetros productivos, reproductivos, así como tratando de acortar y hacer más eficiente el proceso de recría, acelerando el peso de las becerras en todas las etapas para que éstas

alcancen lo más rápido y en el menor tiempo posible el peso para ser gestadas y al parir y empezar a producir leche y becerras amortizando sus costos de producción y con esto implementar una empresa de ciclo completo evitando pérdidas para el productor por concepto de compra de vaquillas para reemplazo (Serrano, 2009). Almeyda (2013), explica en su Flujograma de manejo productivo y reproductivo como es el proceso mediante el cual se distribuyen las etapas de los animales Holstein en un sistema intensivo donde se generan los auto reemplazos denominada de ciclo completo.

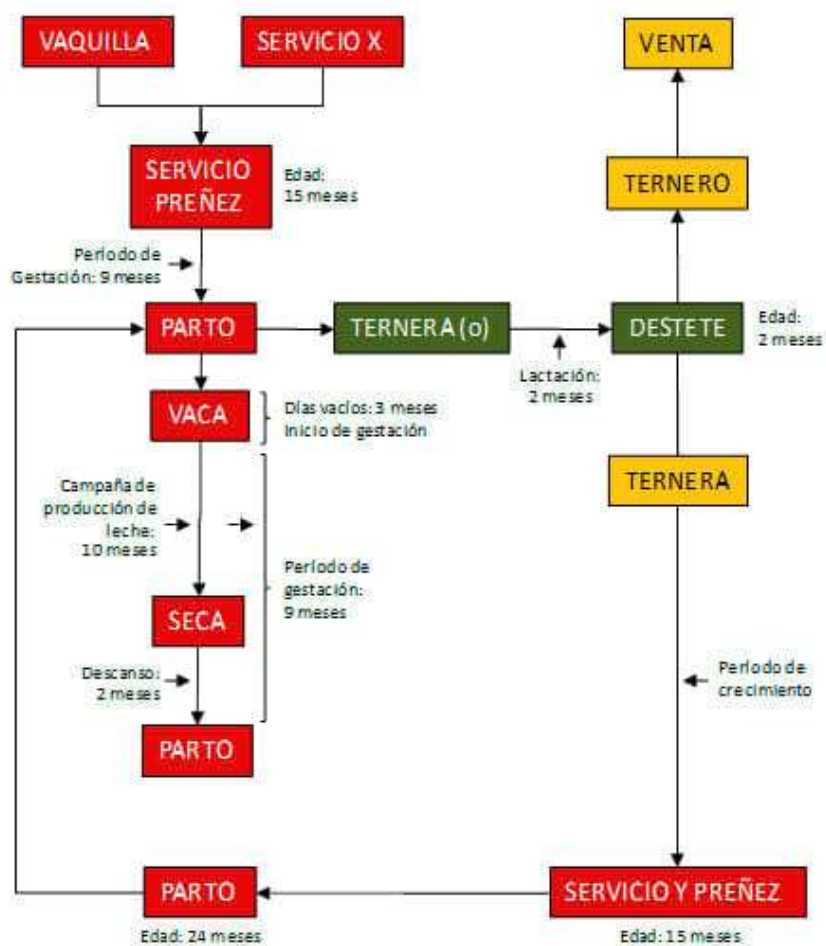


Figura 1. Flujograma de manejo productivo y reproductivo recomendable en vacunos de raza Holstein.

Fuente: Almeyda (2013).

3.1 Manejo productivo

Para obtener los reemplazos es necesario un manejo adecuado desde el inicio de la gestación, el periodo seco, periodo de transición y el parto, a continuación se describen de manera detallada dichos eventos.

3.1.1 Gestación

Para que se dé la producción de leche fue necesario que la hembra bovina cursara por una serie de eventos reproductivos que desencadenan en el parto, abarcando desde el estro el cual es la serie de cambios fisiológicos y de conducta que se presentan en la vaca antes de la ovulación; su duración es de 4 a 24 horas, con un promedio de 18 horas (SAGARPA, 2003), hasta la gestación la cual comienza con la unión del ovocito y el espermatozoide en la ampolla del oviducto materno, con una duración de 283 días (243-316 días) la cual se clasifica en tres tercios o etapas: I) del cigoto, II) del embrión y la III) fetal, esta clasificación tiene importantes implicaciones en el conocimiento de los procesos fisiológicos que se llevan a cabo en cada etapa, en los criterios de diagnóstico y en el manejo reproductivo del hato (Lenis *et al.*, 2014).

La primera etapa de la gestación, la etapa del cigoto, está comprendida entre la formación del cigoto y el inicio del periodo implantatorio del embrión; esto es, desde poco después de la fertilización hasta la adhesión inicial del trofoectodermo a las carúnculas uterinas, para dar inicio a los primordios de los placentomas. La segunda etapa de la gestación, la etapa embrionaria, está comprendida entre el inicio de la adhesión del trofoectodermo al endometrio y la culminación del periodo de diferenciación embrionaria, cuando ocurre el inicio de la mineralización del hueso fetal, alrededor de los 45 días de gestación. Y la tercera etapa de la gestación, la etapa fetal, está comprendida entre el inicio de la mineralización del hueso fetal y el momento de la expulsión del feto, aquí se da el mayor crecimiento del feto por lo que se debe tomar en cuenta la alimentación de la vaca para evitar partos distócicos que afecten a la becerro de reemplazo (Lenis *et al.*, 2014).

La duración de la gestación está influenciada por factores maternos, fetales, genéticos y ambientales. Las vaquillonas pueden tener una gestación más corta que las vacas adultas, y las gestaciones de fetos mellizos y de hembras duran menos que las de fetos machos. También vacas subalimentadas o con estrés calórico acortan su gestación. Las razas índicas presentan gestaciones unos días más largas que las razas europeas (Bartolomé, 2009). Durante la gestación ocurren grandes cambios en el organismo de la vaca, tanto anatómicos como fisiológicos y ésta debe garantizar la seguridad física del feto y que además reciba los nutrientes y metabolitos que necesita para su desarrollo y crecimiento. Este proceso está acompañado de cambios sin precedentes en el organismo de la vaca y del funcionamiento del único órgano formado por dos individuos: la placenta con su componente materno y fetal (Lenis *et al.*, 2014).

La placenta forma una verdadera interface entre la circulación materna y fetal, facilitando el intercambio gaseoso y metabólico entre la circulación fetal y materna, produciendo una barrera entre ambos sistemas inmunes facilitando la supervivencia del feto en el útero, además de la función secretora de hormonas, secretando progesterona ($1-4 \text{ ng ml}^{-1}$) a partir del día 120 y pudiendo mantener la gestación en caso de producirse la luteólisis desde el día 150 en adelante (Roa *et al.*, 2012).

La placenta puede clasificarse de acuerdo a la cantidad de capas de separación entre el feto y el útero materno. La placentación del bovino es de tipo corioalantoidea, donde la capa externa del alantoides se fusiona con el corion y por lo tanto los vasos sanguíneos del alantoides toman contacto con las arterias y venas umbilicales localizadas en el tejido conectivo entre el corion y el alantoides. Los vasos fetales aumentan su superficie de contacto con la circulación materna debido a la formación de las vellosidades coriónicas, que son conos vasculares mesenquimales cubiertos por células trofoblásticas cuboidales y gigantes binucleadas. En el bovino, este contacto se produce a través de los cotiledones fetales (70 a 120) que se unen a las carúnculas uterinas formando los placentomas. Las arterias umbilicales transportan sangre no oxigenada hacia los placentomas y las venas umbilicales devuelven sangre oxigenada, agua,

electrolitos, vitaminas, minerales, aminoácidos y azúcares llegan al feto a través de la placenta y a su vez ésta sirve como almacenamiento de glicógeno y hierro entre otras sustancias (Senger, 2005).

Al final de la gestación el crecimiento y tamaño del feto está influenciado por diversos factores alimenticios, ambientales y también por la genética paterna pero en mayor medida por la genética materna. Un factor ambiental de gran importancia en la lechería ubicada en el norte del país es el estrés calórico de las vacas durante la gestación ya que reduce el tamaño de las crías y su posterior desarrollo. En los dos últimos meses de gestación se produce el 50% del crecimiento fetal y a término el feto representa el 60% del peso total del concepto incluidos el feto, membranas y fluidos (Bartolomé, 2009).

Durante las últimas semanas de la gestación, la placenta bovina aumenta la síntesis de estradiol a un nivel que supera centenas de veces la cantidad que produce durante el estro. Ese alto nivel de estradiol produce una retroalimentación negativa prolongada sobre el hipotálamo, que inhibe la síntesis y liberación de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y por lo tanto en la sangre no circulan las hormonas hipofisarias que estimulan el crecimiento folicular. Bajo esta condición hormonal, los folículos ováricos se pueden desarrollar hasta formar antro, pero debido a la ausencia de estímulo gonadotrópico, su crecimiento es limitado y no alcanza a formar ondas foliculares. Con la expulsión de la placenta durante el parto, se termina la producción de estradiol y el hipotálamo inicia la recuperación de la capacidad de sintetizar GnRH y de restablecer paulatinamente la sensibilidad a los estrógenos ováricos para restaurar el mecanismo de retroalimentación positivo que controla la liberación de las hormonas folículoestimulante (FSH) y luteinizante (LH) para estimular el crecimiento y la maduración final del folículo, la síntesis de estradiol, la expresión del estro y la ovulación (Henao, 2001).

3.1.2 Periodo seco y periodo de transición

En el manejo de la vaca lechera, existe un periodo dentro del ciclo productivo que es de vital importancia en la producción de leche, conocido como periodo seco o de vaca seca. Su importancia radica en el impacto que ejerce sobre la producción de leche y el desempeño reproductivo en la siguiente lactancia, lo cual se refleja de manera positiva o negativa en la rentabilidad del negocio dependiendo de cómo se actúe ante este momento (Rivas, 2005). El período de vaca seca tiene una duración de 60 días aunque puede oscilar entre 45 y 70 días seca. El periodo de vaca seca se puede dividir a su vez en dos, el período de pre-secado, que se debe iniciar en esta etapa un programa de alimentación restringida para detener la producción láctea. Se debe eliminar la alimentación a base de concentrados proteicos, los forrajes de buena calidad reemplazándolos por forrajes de menor calidad y granos con baja densidad energética y alta fibra. Definitivamente cambiar la relación forraje/concentrado que durante la lactancia era alta en concentrados, por una dieta alta en forraje. Durante esta etapa es imprescindible tener en cuenta el estado corporal, el cual no debe ser menor a 3.2 en la escala de 1 a 5. Este período toma entre 4 y 14 días. Hay que secar a las vacas con ubres sanas, si es posible abruptamente. En esta etapa las vacas están susceptibles a contraer nuevas infecciones; por lo tanto se deben extremar las condiciones de higiene y tomar precauciones en cuanto a infecciones subclínicas o clínicas con patógenos mayores. Y la otra parte del periodo es como tal de vaca seca, el cual se toma una vez que la secreción láctea termina (De Luca, 2006).

Los promedios de duración del periodo seco, pueden presentar un impacto sobre eventos metabólicos, que suceden alrededor del parto, los cuales se pueden relacionar de diferentes maneras con la fertilidad del animal. Se ha encontrado que la duración del periodo seco, puede afectar la cantidad de días hasta la primera ovulación después del parto, y los promedios de días abiertos demostrando, según los resultados, que la reducción de la duración del periodo seco tiene influencia positiva sobre estos parámetros, disminuyendo el intervalo de días de ambos (Guerra y Erazo, 2015).

El secado de las vacas debe formar parte de todo programa de medicina preventiva en ganado lechero, ya que descuidos en el mismo acarrear graves consecuencias a la salud de la ubre. Durante el inicio del período seco la ubre se encuentra más susceptible a desarrollar mastitis; aproximadamente el 60% de los casos de mastitis que se presentan al inicio de la lactancia son originados durante el período seco previo, como consecuencia de un inadecuado manejo del secado de la vaca. El secado correcto es un procedimiento seguro a seguir debido a que ofrece buenos resultados. Este método consiste en aplicar un secado radical, es decir, aproximadamente 8 días antes de la fecha de secar la vaca se elimina todo el alimento concentrado de la ración y se suministra sólo heno o pastos de baja calidad, esta acción favorece una reducción en la producción de leche. El día de secado la vaca se deja encerrada en el corral por 24 horas con abundante agua fresca; luego se procede a realizar el último ordeño colocándole a continuación una jeringuilla de antibiótico de larga duración en cada cuarto, previa desinfección del pezón con jabón iodado o alcohol y una posterior aplicación del sellador (Rivas, 2005).

Ahora bien, la segunda etapa del periodo seco se denomina periodo de transición, este período se inicia a los 30 días pre parto y se extiende hasta los treinta días post parto. Esta etapa es de enorme importancia siendo vital seguir ciertas normas nutricionales y de manejo que minimicen las enfermedades metabólicas que acompañan al período puerperal inmediato tales como: hipocalcemias post-parto o coma puerperal, retención placentaria, desplazamiento del abomaso, cetosis, etc. (De Luca, 2006). Los grandes cambios hormonales y físicos que sufre la vaca en este período, sumado al natural estrés del parto, producen una importante caída del consumo de alimentos en este momento donde, las demandas nutricionales de aminoácidos, calcio, glucosa y ácidos grasos de cadena larga crecen dramáticamente. Esto exige al metabolismo una rápida adaptación para poder proveer a la ubre y al resto de los tejidos los nutrientes necesarios para satisfacer sus demandas en esta etapa, que solo puede ser exitosa si el aporte de nutrientes de la dieta es el adecuado y el ambiente brinda las condiciones de confort suficientes para no afectar el consumo y no estresar más a la vaca (Baeck, 2012).

La mayoría de las enfermedades metabólicas que se presentan al parto son producto de un mal manejo de la nutrición y alimentación de la vaca seca, por lo cual un manejo inadecuado de la alimentación donde se promueva la acumulación excesiva de grasa la hace más susceptible a padecer de desplazamiento del abomaso (común en unidades de producción intensivas), edema de la ubre, cetosis y otros problemas de salud. Por otra parte, si la vaca llega al período seco con una condición corporal de 4.5 a 5 no debe ser sometida a dieta. Diferentes investigaciones, han mostrado que limitar el consumo de alimento durante el período seco en este grupo de vacas puede facilitar el desarrollo de patologías como hígado graso, cetosis, así como otros desórdenes metabólicos. Durante éste periodo se debe asegurar un consumo adecuado de minerales y vitaminas, incorporándolas en el concentrado u ofreciéndolas libremente. Es importante administrar calcio, debido a que el mayor desarrollo fetal ocurre durante el periodo seco. Se recomienda de 60 a 80 g/día de calcio y un mínimo de 35 a 40 g/día de fósforo, manteniendo una relación calcio: fósforo de 1.5:1. El control del calcio y fósforo es importante en la prevención de la fiebre de la leche. Los niveles de potasio mayores del 1.5% de la materia seca de la ración pueden interferir con la absorción de magnesio y la movilización del calcio resultando en fiebre de la leche y retención de la placenta fetal (Rivas, 2005).

3.1.3 Parto

El parto es el proceso fisiológico por el cual un feto viable es expulsado junto con los fluidos y las membranas fetales fuera del útero materno. Debido a que la gestación depende de la secreción de progesterona por el Cuerpo Lúteo, la luteólisis es un paso fundamental en el desencadenamiento del parto (Bartolomé, 2009). Una vez el feto está listo para su nacimiento, se desencadenan un conjunto de señales hormonales y neuronales responsables de iniciar en la vaca las contracciones necesarias para la expulsión de su cría. En el último tercio de la gestación se da un crecimiento significativo del feto haciendo cada vez más insuficiente el espacio para éste. Este factor netamente físico desencadena en el feto una hiperactivación del eje hipotálamo hipófisis adrenal, lo que induce un aumento significativo de la liberación de CRH fetal en el hipotálamo (hormona

liberadora de la corticotropina fetal), la cual aumenta la producción de la ACTH fetal (Hormona trópica de la corteza adrenal fetal) para que esta viaje hasta la corteza adrenal del feto, lo que induce un aumento las concentraciones plasmáticas de cortisol fetal, hormona conocida como la hormona del estrés. El cortisol fetal liberado en este proceso, desencadena en la vaca cambios hormonales, neuronales y físicos que serán definitivos para el éxito del parto (Lenis *et al.*, 2014).

Para poder obtener un reemplazo en perfectas condiciones es necesario conocer de qué manera se comporta la madre en el momento del parto, pues se sabe que cualquier trastorno en el momento de la expulsión del feto, sin duda traerá consecuencias secundarias para la madre, pero lo más importante causa trastornos al reemplazo. Cualquier recién nacido después de una distocia es más propenso a ser mortinato, a padecer mortalidad neonatal y a la privación del calostro. Las oportunidades de tener acidosis neonatal (metabólica o respiratoria) se ven marcadamente incrementadas cuando la cría experimenta una dificultad al nacimiento. La salud y la rentabilidad de la cría empiezan antes del parto. Debido a que la cría es especialmente susceptible a los patógenos durante las primeras horas después del nacimiento, el ambiente del parto es crítico. Además, el preparar a la vaca seca para el parto y manejo adecuados contribuirá significativamente a la salud de la cría después del parto (Aguilar, 2006).

Generalmente los problemas al parto o postparto se presentan en forma múltiple, rara vez en forma separada; se relacionan con problemas de manejo ambiental y con la alimentación, en menor grado con enfermedades contagiosas. Vacas que tienen problemas al parto o postparto (retención de placenta, endometritis, etc.) tienen problemas de involución uterina y una baja fertilidad. El estrés por calor o de otro tipo adelanta el parto, lo que aumenta la mortalidad del becerro y la posibilidad de retención placentaria. La administración de antibióticos para tratar infecciones uterinas, son en potencia contaminantes de la leche. Todo lo anterior conduce a una baja fertilidad y ovarios quísticos en la vaca (SAGARPA, 2003).

Una vez nacida la ternera, si se asiste el parto, se debe asegurar que estas respiren correctamente. Si esto no ocurre, se debe limpiar la mucosidad tanto la boca como la nariz. Si el problema aún persiste, se recomienda levantar la ternera de sus extremidades posteriores y sacudirla 2 veces. Asimismo, se debe verificar el vigor o estado de ánimo, siendo un buen signo que la ternera intente levantarse. Posteriormente, se debe asegurar el suministro de calostro, en la cantidad y calidad adecuadas. Además, se recomienda desinfectar el ombligo de terneras recién nacidas, para lo cual se recomienda empaparlos mediante una jeringa, con una solución de tintura de yodo (7- 10%). Este procedimiento debe repetirse entre 12-24 h posteriores a la primera aplicación (Morales y Ramírez, 2014).

Otro factor de extrema importancia que debe tomarse en cuenta es que inmediatamente después del nacimiento de la ternera, el punto más crítico es el consumo de cantidades adecuadas de calostro de alta calidad. A partir del segundo día, y en el resto del período lactante, los factores claves y a la vez críticos para la ternera son: el consumo de suficiente cantidad de leche y/o sustituto lácteo, el consumo adecuado de alimento seco o concentrado y el manejo óptimo al momento de realizar el destete (Almeyda, 2013).

3.1.4 Calostrado

El desarrollo de un parto normal permitiría a la vaca cumplir con la tarea de secar y estimular al ternero para que pueda consumir cuanto antes el primer calostro. Idealmente esto debe suceder dentro de las primeras 2 horas de vida. Ya que al momento del nacimiento, el ternero no tiene inmunidad para enfrentar a los microorganismos del medio ambiente. El calostro producido por su madre contiene estas defensas, las inmunoglobulinas, y en la medida que lo ingiera dentro del primer día de vida podrá absorberlas (Lanuza, 2006). El calostro también contiene mayores cantidades de minerales y vitaminas, y diversos componentes con actividad antimicrobiana (lactoferrina, lisozima, lactoperoxidasa), hormonas y otros factores de crecimiento que estimulan el desarrollo de la mucosa del tracto gastrointestinal, que es esencial para una adecuada digestión de la leche (Mendoza *et al.*, 2017). El calostro es clave para establecer la protección

inmunitaria inicial para el becerro recién nacido. Sin embargo, la calidad del calostro es muy variable en las unidades de producción lechera. Por lo tanto, puede ser difícil asegurar que el becerro reciba las inmunoglobulinas (Ig) necesarias para su desarrollo adecuado (Altunar, 2017).

Los terneros recién nacidos están desprovistos de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo, es decir, nacen sin anticuerpos, lo que hace que tengan una baja resistencia a las enfermedades. Esto se debe a que los bovinos poseen una placenta de tipo corioalantoidea, lo que impide totalmente el paso de Igs desde la madre hacia el feto, lo que hace que los recién nacidos en los bovinos sean completamente dependientes de los anticuerpos recibidos a través del calostro. Al obtener un calostro de buena calidad y en la cantidad requerida por la ternera, se puede reducir la mortalidad de los animales, lo cual aún es un problema latente en muchas unidades de producción pecuarias del país. Los terneros que no consumen calostro o los que absorben cantidades inadecuadas de Igs, son más susceptibles a padecer infecciones provocadas por bacterias como septicemia, enteritis, y enterotoxemia (Morales y Ramírez, 2014).

Los anticuerpos absorbidos el primer día después del nacimiento, serán la única arma disponible para la ternera para combatir a las infecciones durante las primeras semanas de vida. Conforme la ternera es expuesta a agentes infecciosos, los anticuerpos son utilizados y su resistencia tiende a decrecer con el tiempo. Sin embargo, después de las 4 a 6 semanas de edad el sistema inmune de la ternera responde a la presencia de agentes extraños y la ternera constituye a su propia y natural inmunidad adquirida (Wattiaux, 2010).

El calostro bovino normalmente contiene entre 50 a 150 mg/ml de Igs. Las principales Igs presentes en el calostro bovino son IgG, IgM e IgA, siendo la IgG la más importante, pues constituye del 85% al 90% del total de Igs. Además, la IgG es la principal inmunoglobulina absorbida por el intestino de la ternera. La IgM comprende cerca de un 7% y la IgA, cerca del 5% del total de Ig calostrales. Cada inmunoglobulina tiene una determinada función por ejemplo la IgG identifica y ayuda a destruir patógenos invasores. Se pueden mover fuera del torrente

sanguíneo y abrirse paso hacia otras partes del cuerpo, donde pueden ayudar a identificar patógenos. Las IgM son los anticuerpos que sirven como la primera línea de defensa en casos de septicemia. Permanecen en la sangre y protegen al animal de invasiones bacterianas mientras que las IgA Protege las superficies mucosas como la del intestino. Se adhieren a la mucosa intestinal y previenen a su vez, que los patógenos se adhieran y causen enfermedades. La administración de calostro por 3 días consecutivos a las terneras después del nacimiento, es una excelente práctica, porque se provee así de IgA al intestino protegiéndolo contra los agentes patógenos (Morales y Ramírez, 2014).

Existen diferentes métodos para la preservación del calostro conservando su calidad nutricional e inmunológica, entre ellos se tiene: refrigerado el cual antes de someterlo a este proceso de conservación, se debe poner en un balde con agua fría con el fin de evitar un choque térmico, el calostro se puede refrigerar hasta una temperatura de 2 a 4 °C, así se conservará por un periodo máximo de una semana, Después de retirado del refrigerador se debe consumir antes de 48 horas. Y el calostro congelado, por medio de este método se puede conservar el calostro por un tiempo prolongado sin modificar la composición nutricional y de inmunoglobulinas. Se debe envasar el calostro en bolsas dobles con una capacidad máxima de 2 litros, a una temperatura de -20 °C. La congelación, el almacenamiento excesivamente prolongado y la descongelación del calostro pueden tener efectos negativos en la viabilidad de las inmunoglobulinas del calostro, para su posterior descongelamiento, el calostro se sumerge en baño maría a una temperatura de 35 a 38 °C, nunca exceder los 40 °C, debido a que generaría destrucción de las inmunoglobulinas por la acción del calor, después de descongelado se debe suministrar rápidamente y no es recomendable re congelar el calostro sobrante (Campos *et al.*, 2007).

La valoración visual del calostro es una técnica poco válida para la evaluación de la calidad del calostro, dado que un calostro denso y cremoso puede simplemente ser indicativo de su alto contenido de grasa, sin relación con su contenido en Igs. Sin embargo, existen dos herramientas, una de ellas sirve para analizar la calidad del calostro (calostrómetro) y la otra para determinar el grado de inmunidad de la

ternera (refractómetro), ambas herramientas pueden ser utilizadas en condiciones de campo. El calostrómetro mide la concentración de IgG presente en el calostro bovino, utilizando la densidad del calostro. Este instrumento, cuando se utiliza en condiciones de campo, está sujeto a una variedad de factores ambientales y diferentes temperaturas. Mientras que el refractómetro permite medir el estado inmune de la ternera recién nacida a través del suero sanguíneo. A diferencia de las pruebas de laboratorio, el refractómetro no mide las IgG, sino que estima la proteína total en el suero sanguíneo de la ternera. A pesar de la rapidez en su determinación, la principal desventaja de esta técnica es su incapacidad para detectar o predecir tempranamente una falla en la transferencia de la inmunidad pasiva a causa de la insuficiente ingesta de inmunoglobulinas (Casas y Canto, 2015).

Cuando la producción de calostro por parte de las vacas es alta, es conveniente analizarlo con el calostrómetro, para descartar aquellos calostros de mala calidad y conservar los que tengan una calidad adecuada para su uso posterior. Sólo se debe conservar el calostro de la primera ordeña después del parto, y debe refrigerarse (si se va a utilizar en la primera semana de recolectado) o congelarse dentro de una hora después de la recolección, pudiendo conservarse de esta forma hasta por un año (Morales y Ramírez, 2014).

En situaciones donde no se dispone de calostro fresco o almacenado de buena calidad, podrían usarse suplementos o sustitutos de calostro. Los suplementos de calostro sólo aportan una cantidad adicional de IgG por dosis (usualmente 50 g de IgG o menos) y ningún otro nutriente, y por lo tanto no reemplazan al calostro materno. Por otra parte, una dosis típica de sustituto de calostro aporta aproximadamente 100 g de IgG, además de energía, proteínas, minerales y vitaminas, lo que teóricamente le permite al ternero lograr una adecuada inmunidad y satisfacer los requerimientos de nutrientes en el primer día de vida. Sin embargo, como ya fuera señalado, las recomendaciones actuales apuntan a ofrecer entre 150 y 200 g de IgG lo antes posible luego del nacimiento (Mendoza *et al.*, 2017).

La primera alimentación del ternero, es el calostro y la leche de transición, ingeridos durante 2 a 3 días y en cantidad de 1 litro por cada 10 kg de peso en 2 raciones al día. Al nacimiento, el ternero se comporta como un monogástrico y dependiendo del tipo de alimentación, evoluciona más rápido o más lenta la formación del estómago compuesto del rumiante adulto (Lanuza, 2006). Después de un buen consumo de calostro, las terneras deben alimentarse con una leche que posea alto nivel nutricional para permitir un crecimiento satisfactorio al menor costo, aunque esta variable depende del tipo de leche ofrecida, cantidad del alimento, y frecuencia de la alimentación (Wattiaux y Armentano, 2014).

El calostro es además la primera fuente de nutrientes para la ternera después del nacimiento, contiene casi el doble de los sólidos totales presentes en la leche, el contenido de proteína y grasa es mayor, pero la concentración de lactosa es menor como se muestra en el Cuadro 1 (Elizondo, 2016).

Cuadro 1. Características y composición química del calostro y la leche de ganado Holstein

| | Calostro (1 ^{er} ordeña) | Leche |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|
| Densidad | 1.056 | 1.032 |
| Sólidos Totales (%) | 23.9 | 12.5 |
| Grasas (%) | 6.7 | 3.6 |
| Proteína Total (%) | 14.0 | 3.2 |
| Inmunoglobulinas (%) | 6.0 | 0.09 |
| Caseína (%) | 4.8 | 2.5 |
| Albumina (%) | 0.9 | 0.5 |
| Lactosa (%) | 2.9 | 4.9 |
| Calcio (%) | 0.26 | 0.13 |

Fuente: Elizondo, 2016.

3.1.5 Lactancia

La leche puede considerarse como una fuente ideal de nutrientes para la ternera recién nacida. Aunque la composición de nutrientes de la leche y del sustituto de leche puede ser muy similar en términos de proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas, la leche contiene una cantidad de nutrientes bioactivos que desafortunadamente, no pueden ser reconstruidos en sustitutos de leche comerciales actualmente. La ventaja de los sustitutos sobre la leche entera es que por medio del sustituto se pueden incorporar probióticos que ayudan a la salud del animal, además que tiene un precio menor en comparación con la leche entera (FAO, 2015).

En las unidades de producción lecheras los productores de leche utilizan para la crianza de las becerras sustitutos de leche, éstos presentan diferencias importantes en el contenido de proteína y por consiguiente su costo varía considerablemente. Sin embargo, no se han realizado suficientes estudios para estimar su efectividad en el desarrollo de las mismas y los costos de los distintos sistemas de alimentación, por lo que se considera fundamental su evaluación y así determinar si es factible su uso (González *et al.*, 2017).

Dependiendo de una variedad de aspectos disponibles al ganadero, el cambio de leche entera a casi cualquier otro alimento líquido puede casi siempre ser efectivo en costo. Los sustitutos de leche frecuentemente tienen un 50 - 80 % del costo de alimentación con leche entera, si la alimentación se da con leche comercializable. En el caso de los ganaderos que trabajan con alimentación con leche de desecho y calostro de una forma segura y fácil, esto puede ser incluso más efectivo en costo. Los sistemas con leche de desecho no carecen de problemas o incrementos en el manejo; sin embargo, muchos ganaderos pueden manejar los problemas adicionales que se presenten (Heinrichs, 2011).

Los sustitutos lecheros o lacto-reemplazadores son productos que simulan a la leche natural que se suministra al ternero después del consumo del calostro, pero siempre debe ir acompañado de un alimento seco que cuando se reconstituye, se disuelve o mantiene en suspensión sus componentes, puede sustituir la leche

materna con resultados satisfactorios. Se ha indicado que las razones para su utilización son necesarias y económicas. Para que un sustituto lácteo sea considerado de buena calidad, debe satisfacer todas las necesidades nutricionales del ternero, es decir, aportar proteínas, energía, vitaminas y minerales para cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento que tiene el animal. Como el sustituto es el único alimento que consume el animal en las primeras semanas de vida, la formación debe ser lo más similar posible a la leche, obteniendo cantidades suficientes para lograr un buen desarrollo (Tobón, 2015). Cuando son bien fabricados y contienen los nutrientes adecuados, permiten un rendimiento cercano o igual al que se obtiene con leche entera además de que son más económicos, porque en su formulación se ocupan nutrientes alternativos como proteínas y grasas de origen vegetal, entre otros, para rebajar costos. Para todos los sistemas de crianza, la cantidad de dieta láctea a suministrar es variable. En general, mientras mayor sea el consumo de dieta láctea, y el ternero satisface su apetito, hay una menor probabilidad de consumir otros alimentos. Lo más común es ofrecer una cantidad limitada de dieta láctea, para generar "hambre" por otros alimentos de muy buena calidad. Un ejemplo puede ser ofrecer 4 litros al día en 2 raciones hasta los 45 o hasta 60-90 días, según sea el nivel tecnológico y de eficiencia existente (Lanuza, 2006).

En el caso del Sustituto Lácteo se debe tener en cuenta el contenido proteico que puede fluctuar entre 18% y 22%, siendo el responsable de suministrar los aminoácidos esenciales para la síntesis del tejido muscular en los animales y en cuanto al porcentaje de grasa del sustituto, éste fluctúa entre 10% y 22%, constituyendo una fuente de energía concentrada, que es capaz de suministrar 2,25 veces más energía que la generada por carbohidratos. El nivel de contenido graso del sustituto lácteo está asociado directamente a las condiciones ambientales en que son mantenidos, por lo general se sugiere para climas fríos utilizar sustitutos con altos niveles de grasa, la cual debe contar con una alta digestibilidad. Para el caso de climas con bajas temperaturas se sugieren sustitutos con al menos un 20% de grasa (Morales y Ramírez, 2014).

3.1.6 Delactación e incorporación de sólidos

Si los programas de alimentación y manejo son adecuados, se espera que aproximadamente entre los 3 y 4 meses de edad el aparato digestivo de la ternera inicia su funcionamiento como el de un rumiante, y puede tener la capacidad de consumir pasto o forraje de manera limitada; siempre y cuando sea de buena calidad. Se estima que entre los 6 y 8 meses de edad, la ternera completa el desarrollo de su sistema digestivo con lo cual está en condiciones de alimentarse con raciones basadas en forrajes o pastos de calidad; complementadas con la adición de vitaminas y minerales a través de pre mezclas (Almeyda, 2013).

En el sistema convencional se suministra la leche entre el 8 al 10% del peso vivo de la ternera, esta idea de restringir la leche para minimizar costos y remplazarla por iniciadores *ad libitum*, ello hace que la ternera tenga una etapa lactante limitada. Con este sistema se logra cubrir los requerimientos nutricionales, en cambio el sistema de crianza intensivo se suministra el doble de leche entera y se aumenta hasta el destete, se usa siempre el iniciador *ad libitum* y esto se traduce en una mejora nutricional del ternero en esta etapa de su vida (Lagger, 2010). Con esto se busca transformar el ternero a rumiante rápidamente. Esto significa lograr un desarrollo de las papilas ruminales. El desarrollo de las papilas se da por la fermentación que ocurre con el consumo de concentrado, para conseguir una buena ganancia diaria de peso se debe cumplir con los requerimientos nutricionales de las terneras, especialmente de energía metabolizable y proteína cruda, estas deben incorporarse a la dieta (Araujo y Barberena, 2017). Un alimento iniciador es aquel que ayuda a la estimulación del desarrollo ruminal, el mejor sistema es propiciando el consumo temprano de concentrado iniciador ya que las terneras que no logran comer cantidades adecuadas de concentrado al momento del destete, una vez destetada pierden peso de manera brusca y presentan enormes dificultades para recuperarse. Para que un iniciador reemplace la leche en un destete precoz como mínimo debe tener 25% de proteína (Tobón, 2015). Por su parte, Lanuza (2006), menciona que el concentrado iniciador debe tener un nivel de 18-20% de proteína cruda en la materia seca.

Las becerras pre destetadas son los animales con mayor costo en cuanto a mano de obra en el rancho. Al minimizar la edad al destete se pueden reducir los costos por mano de obra de forma significativa. Además, las becerras pre destetadas son menos susceptibles a algunas formas de diarrea (Heinrichs, 2011). Una vez que el ternero inicia el consumo de concentrados, dependiendo de algunos factores como el estado de salud, las tasas de ganancias, disponibilidad de agua y el programa de alimentación láctea empleada, da paso al inicio de la fermentación ruminal. La producción de Ácidos Grasos Volátiles (AGV), junto al efecto físico de la dieta son los responsables del desarrollo del rumen, que junto al abomaso constituyen los órganos implicados en la digestión, pues aún en esta fase se continúa ofreciendo alimentos líquidos, que junto a los alimentos concentrados constituyen los principales alimentos de esta etapa. Esta fase continuará hasta tanto sean ofrecidos alimentos lácteos al ternero (Tobón, 2015).

Cuadro 2. Programa de destete de terneras con leche entera

| Peso ternera (Kg) | Edad (Sem) | Días | Calostro (L/día) | Leche (L/día) | Relación consumo de leche y Peso corporal (%) | Concentrado iniciador (kg/día) | Agua (L/día) |
|-------------------|------------|-------|------------------|---------------|---|--------------------------------|--------------|
| 40 | 1 | 1-4 | 4 | - | 10 | - | - |
| | 1 | 5-7 | - | 4 | 10 | - | - |
| 45 | 2 | 8-14 | - | 4.5 | 10 | 0.15 | 1 |
| 50 | 3 | 15-21 | - | 5 | 10 | 0.35 | 1 |
| 55 | 4 | 22-28 | - | 5.5 | 10 | 0.5 | 2 |
| 60 | 5 | 29-35 | - | 4.5 | 7.5 | 0.75 | 2 |
| 65 | 6 | 36-42 | - | 3.5 | 5.4 | 1.0 | 3 |
| 70 | 7 | 43-49 | - | 2.5 | 3.6 | 1.25 | 3 |
| 75 | 8 | 50-56 | - | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 3 |

Consideraciones: Peso al Nacimiento 40kg y Ganancia de Peso Semanal 5 Kg

Fuente: Almeyda, 2013.

Para el manejo anteriormente mencionado se debe llevar a la ternera paso a paso durante la transición del consumo de leche hacia el concentrado, para tener

presentes problemas, ello se puede realizar como se menciona en el Cuadro 2 (Almeyda, 2013).

3.1.7 Delactación total

Es evidente que una de las metas de la etapa de crianza, es el lograr un destete precoz sin afectar la ganancia de peso del ternero. Para ello es necesario desarrollar la funcionalidad del rumen a temprana edad lo cual se logrará solo con el consumo de concentrado y una alternativa para lograrlo es disminuir la frecuencia de suministro de leche. Existen varios criterios de destete: cuando el ternero dobla su peso vivo inicial, cuando alcanza los 70 kg, o bien, cuando tenga un consumo de concentrado que asegure mantener una alta ganancia de peso (Morales y Ramírez, 2014).

Las terneras pueden ser destetadas a tiempo, prematuras y a tiempo tardías, en el primer caso se lo realiza de 3 semanas a 5 semanas y en el segundo caso de 8 semanas a 12 semanas. Se debe hacer el destete cuando el animal este consumiendo por lo menos 300 gramos de concentrado y un peso mínimo de 45 kg (Adams, 2007). Las metas para cumplir un destete en la crianza de terneras lecheras son criar terneras sanas, obtener un crecimiento esquelético adecuado, evitar el retardo en el desarrollo del rumen al suministrar grandes cantidades de leche durante largo tiempo, una buena salud es más importante que un rápido crecimiento. En realidad una tasa rápida de crecimiento no puede ser alcanzada con dietas líquidas (ganancias de peso corporales de 250-400 g/día) ya que después del destete, el crecimiento del músculo y del tejido adiposo ocurre a una tasa más rápida con ganancias de peso corporales de 700-900 g/día (Wattiaux, 2014).

Una ternera no debe de ser destetada hasta que su rumen sea funcional y capaz de soportar sus necesidades nutricionales. Sin embargo, cuando a estas se les niega el acceso a alimento sólido, el rumen permanecerá subdesarrollado. El rumen de las terneras que no tienen acceso a alimento sólido permanecerá sin desarrollo (Quintero, 2007).

3.2 Parámetros Productivos y medidas zoométricas

La meta principal de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo, los registros son básicos e imprescindibles en el manejo de una empresa agropecuaria, pues permiten identificar a tiempo los aciertos, desaciertos y oportunidades de mejora, por lo que son una herramienta básica en la proyección y en la toma de decisiones de una empresa ganadera. Existen diversas variables productivas que permiten obtener la información necesaria sobre la productividad económica de la empresa ganadera (Morales *et al.*, 2009).

La bovinometría es parte del estudio de la conformación exterior de los bovinos que tiene por objeto determinar las principales medidas corporales y sus relaciones mediante índices, es una herramienta importante en la evaluación del crecimiento y desarrollo corporal. Las mediciones bovinométricas han sido de utilidad en procesos de selección y mejoramiento de diferentes razas dentro de las que se encuentran la Holstein (Mahecha *et al.*, 2002). El peso vivo no es el único parámetro que puede utilizarse como indicador del desarrollo corporal de las novillas (Ballent y Landi, 2006). En el Cuadro 3 se muestran los valores promedio para la raza Holstein en diversos parámetros como el perímetro torácico, la altura a la cruz, la altura a la cadera y el largo corporal (Doblas y Ruiz, 2015).

El peso corporal es el criterio más comúnmente utilizado para evaluar el crecimiento de las novillas, pero no puede ser el único valor ya que éste no refleja su estado nutricional. El peso promedio de nacimiento para la raza Holstein es 32 kg; con un peso al destete de 66 kg en una edad promedio entre las 9 y 10 semanas de vida con un consumo de 1200 g día^{-1} de alimento iniciador y peso final a las 16 semanas de 97 kg (Tobón, 2015). El desarrollo de los reemplazos se evalúa con las medidas del crecimiento esquelético como la altura a la cruz y el largo del cuerpo, pues su altura refleja el crecimiento de su cuerpo (esquelético) y el peso corporal refleja el crecimiento de los órganos, músculos y tejido adiposo (grasa). Al calificar la condición corporal nos permite conocer como ha sido alimentada la becerro reflejando las reservas de tejido adiposo y caracterizando su

crecimiento esquelético, muscular y adiposo, esta se califica a una escala de 1 (emaciada) a 5 (obesa) en las diferentes edades (Aguilar, 2006).

El propósito de alimentar, mantener y tener un buen manejo de la salud es el de asegurar un crecimiento adecuado, es importante medir y monitorear la tasa de crecimiento de las novillas para usarlo como herramienta de manejo ya que refleja que tan adecuada fue la alimentación, instalaciones y cuidados de salud que se le dieron a las novillas. Esto influencia la madurez sexual (edad a la pubertad, servicio y primer parto), además de que puede ser utilizado para monitorear el rendimiento económico del hato (Wattiaux, 2010). El éxito de los programas de alimentación y manejo para terneras, no debe ser medido únicamente en términos de crecimiento y desarrollo corporal, también debe ser evaluado con otros parámetros productivos como la altura a la cruz o alzada (Aguilar, 2006); además de la medición del perímetro torácico ya que el conjunto de los datos obtenidos en esta evaluación reflejan de manera importante el potencial futuro de producir leche al presentar el máximo potencial genético fenotípicamente.

La capacidad productora de leche está en gran medida influenciada por el grado de desarrollo mamario y en este sentido el estado nutricional reflejado en los parámetros anteriormente mencionados desde antes de la pubertad hasta el inicio de la lactación es crítico para el desarrollo mamario; es decir, es de extrema importancia no subalimentar ni sobrealimentar a la ternera (Almeyda, 2013).

El control del crecimiento en el ganado bovino cobra cada vez más relevancia por la posibilidad que tiene el productor de identificar fallas en el manejo y alimentación de los animales jóvenes, generalmente con el peso de los animales se evalúa la precocidad y la capacidad de crecimiento de los becerros; sin embargo, la ausencia de instalaciones adecuadas para el manejo de los becerros tales como mangas, bretes y romanas, no están disponibles en la mayoría de las unidades de producción ganaderas razón por la cual al productor se le dificulta la toma de decisiones con respecto al manejo de los becerros, como alternativa para esta situación existen cintas morfométricas y han sido usadas para predecir el peso en bovinos; sin embargo, su uso en animales jóvenes no es adecuado, por lo

cual resulta de gran importancia realizar ecuaciones matemáticas de precisión en la estimación del peso vivo de becerros con base a mediciones corporales (Ramírez *et al.*, 2008).

Cuadro 3. Referencias de crecimiento en novillas

| Edad (Meses) | Perímetro torácico(cm) | Altura a la cruz (cm) | PV (kg) | GDP (kg/día) |
|--------------|-------------------------|-----------------------|---------|--------------|
| Nacimiento | 75 | 80 | 50 | 0.700 |
| 2 | 85 | 87 | 90 | 0.800 |
| 3 | 100 | 93 | 115 | 0.900 |
| 4 | 110 | 97 | 140 | 1.000 |
| 5 | 120 | 101 | 170 | 1.100 |
| 6 | 128 | 105 | 200 | 1.000 |
| 7 | 131 | 108 | 230 | 0.850 |
| 8 | 135 | 111 | 255 | 0.750 |
| 9 | 143 | 114 | 281 | 0.750 |
| 10 | 148 | 117 | 303 | 0.750 |
| 11 | 152 | 119 | 326 | 0.800 |
| 12 | 157 | 121 | 348 | 0.800 |
| 13 | 165 | 123 | 371 | 0.800 |
| 14 | 169 | 124 | 395 | 0.800 |
| 15 | 172 | 126 | 419 | 0.800 |
| 16 | 175 | 127 | 443 | 0.800 |
| 17 | 178 | 129 | 467 | 0.800 |
| 18 | 180 | 1380 | 491 | 0.800 |
| 19 | 182 | 132 | 515 | 0.800 |
| 20 | 185 | 134 | 539 | 0.800 |
| 21 | 187 | 135 | 563 | 0.800 |

Fuente: Doblas y Ruiz (2015).

3.2.1 Estimación del crecimiento mediante ecuaciones de regresión

El conocimiento del peso vivo del bovino es considerado de gran importancia en procesos de evaluación del crecimiento, este valor se determina a través de una báscula o balanza; sin embargo, cuando no se dispone de estos instrumentos se puede recurrir a determinaciones indirectas mediante un amplio número de medidas lineales y perímetros corporales como predictores del peso; la exactitud de las medidas depende también de lo que se mida, ya que es superior en medidas del esqueleto e inferior en medidas en las que están involucrados tejidos blandos, con estas medidas se obtienen una serie de ecuaciones de regresión las cuales brindan una estimación del peso vivo del animal (Mahecha *et al.*, 2002).

Un análisis de regresión genera una ecuación para describir la relación estadística entre uno o más predictores y la variable de respuesta para predecir nuevas observaciones, los resultados de la regresión identifican la dirección, el tamaño y la significancia estadística de la relación entre un predictor y una respuesta. La regresión lineal simple examina la relación lineal entre dos variables continuas: una respuesta (Y) y un predictor (X). Cuando las dos variables están relacionadas, es posible predecir un valor de respuesta a partir de un valor predictor con una exactitud mayor que la asociada únicamente a las probabilidades, en otras palabras es el cálculo de la ecuación correspondiente a la línea que mejor describa la relación entre la respuesta y la variable que la explica. Por su parte, la regresión lineal múltiple examina las relaciones lineales entre una respuesta continua y dos o más predictores, si el número de predictores es grande, antes de ajustar un modelo de regresión con todos los predictores, se deberían utilizar las técnicas de selección de modelo *Stepwise* para determinar si todas las variables deben de entrar en el modelo de regresión o saber qué variables deben entrar y que variables no deben entrar en el modelo de regresión (Carrasquilla *et al.*, 2016).

Uriel y Manzano (2002), describen que los procedimientos para seleccionar las variables regresoras que deben entrar en el modelo son los siguientes:

- “Eliminación progresiva” (“*Backward Stepwise Regression*”). Este procedimiento parte del modelo de regresión con todas las variables regresoras y en cada etapa se elimina la variable menos influyente según el contraste individual hasta una cierta regla de parada.
- “Introducción progresiva” (“*Forward Stepwise Regression*”). Este algoritmo funciona de forma inversa que el anterior, parte del modelo sin ninguna variable regresora y en cada etapa se introduce la más significativa hasta una cierta regla de parada.
- “Regresión paso a paso” (“*Stepwise Regression*”). Este método es una combinación de los procedimientos anteriores, comienza como el de introducción progresiva, pero en cada etapa se plantea si todas las variables introducidas deben de permanecer y termina el algoritmo cuando ninguna variable entra o sale del modelo.

3.3 Patologías en becerras

Las enfermedades de las terneras, suelen presentarse y complicarse cuando no se toman en cuenta los siguientes factores: errores de alojamiento y alimentación, establos sucios y fríos, corrientes de aire, uso permanente de establos sin desinfección, mala ventilación, utensilios sucios, leche fría y alimentos viejos o mal conservados (Gallo, 2017). La vacunación viral de terneras lecheras pre destete no tiene un impacto significativo en la incidencia del complejo respiratorio bovino sobre la mortalidad o crecimiento. Sin embargo, otros factores como el manejo perinatal pueden afectar la salud de esta población de animales (Windeyera *et al.*, 2014).

3.3.1 Congénitas

Las malformaciones congénitas de etiología genética o por agentes externos pueden provocar la muerte intrauterina y el organismo en desarrollo será reabsorbido, abortado, nacer muerto, morir en el periodo neonatal, estar limitado para la reproducción o simplemente presentar una ligera desviación del patrón de normalidad para su especie (Lleonart, 2010). Los defectos del desarrollo se pueden deber a malformaciones congénitas, deformaciones o interrupciones. El

10% de las malformaciones se atribuyen a causas ambientales el 25% a factores genéticos y el 65% a factores desconocidos probablemente de orden multifactorial. Las anomalías congénitas incluyen no solo evidentes defectos estructurales, sino también defectos microscópicos, errores del metabolismo, trastornos fisiológicos y anomalías celulares y moleculares (Rojas y Walker, 2012).

Unas de las malformaciones congénitas más reportadas son el labio leporino y paladar hendido la cual es una comunicación anormal entre la cavidad bucal y la nasal que implican al paladar blando, duro, premaxilar y labio. Tomando en cuenta que el paladar primario lo constituye el labio y el premaxilar, su cierre incompleto es lo que se conoce como labio leporino. Mientras que el paladar secundario el cual está constituido de paladar duro y blando el cierre es incompleto se le denomina paladar hendido. Este defecto es congénito al igual que la presencia de una Hernia Umbilical donde el agujero umbilical está presente de forma normal en el desarrollo del feto para permitir el paso del uraco y las arterias y venas umbilicales y estas hernias umbilicales que se presentan al nacimiento son debidas a una falla en la pared abdominal que no se cierra por completo (Canizal, 2011).

Existen deformaciones congénitas causadas por un teratógeno el cual es un factor que tiene un efecto adverso sobre el embrión. Aunque las anomalías génicas y cromosómicas pueden producir malformaciones congénitas, el término teratógeno se restringe sólo a los factores ambientales (Rojas y Walker, 2012). Las asociaciones teratológicas consisten en la presencia en un mismo animal de más de una malformación congénita, son denominadas también como síndrome malformativo, pueden ser de utilidad al relacionar la asociación teratológica con su posible etiología aunque este es un tema en el que queda mucho por investigar. Por ejemplo: Los terneros con anoftalmia se asocian con frecuencia a la anura y otras alteraciones que afectan la longitud de la cola en los bovinos, esto debido a la posible acción pleiotrópica de un gen para ambos caracteres. Si un ternero nace con tortícolis asociada a una extremidad torcida, es más probable que la causa haya sido una postura deformante del feto en el útero que por la acción de genes

teratógenos, y así con diversas malformaciones congénitas existen las asociaciones teratológicas (Lleonart, 2010).

3.3.2 Perinatales

Este grupo de patologías abarcan desde el inicio del parto hasta las primeras 12 horas de vida, las principales causas de debilidad y muerte perinatal en terneros pueden resumirse de la siguiente forma: inanición, hipotermia, trauma al parto, nacimiento prematuro, infecciones posnatal, defecto metabólico, infección intrauterina, hipoxia y malformaciones congénitas (Campero, 2015). Dentro de las infecciones posnatales incluimos las onfalitis extraumbilicales y las intraumbilicales. Las extraumbilicales se presentan como un cordón grueso subcutáneo, engrosado que desde el anillo umbilical termina en el pliegue cutáneo, este cordón grueso está constituido por tejido esclerótico en el cual puede estar presente uno o más trayectos fistulosos que tienen su boca en la piel. Mientras que las intraumbilicales pueden ser clasificadas en cinco tipos según las estructuras anatómicas implicadas en la infección. Los gérmenes que causan esta infecciones son *Arcanobacterium piogenes* y *E. coli*, esta última es la bacteria que se aísla y que causa infecciones sistémicas complicando el cuadro con poliartritis séptica. Los cinco tipos de infecciones son:

- Sépsis del uraco: afecta el uraco con un proceso que se puede extender hasta la vejiga.
- Absceso umbilical: afecta toda la región y en general se presenta con hernia umbilical
- Onfalitis crónica: es una infección umbilical activa con septicemia, y la posibilidad de infección hematógena y poliartritis.
- Onfaloarteritis: puede afectar uno o las dos arterias umbilicales.
- Onfaloflebitis: afecta la vena umbilical y puede llegar hasta el hígado (Rutter, 2010).

La onfaloflebitis es la inflamación y posterior infección del cordón umbilical. Esta infección puede ser, en ocasiones, un serio problema en algunas unidades de producción, afectando hasta el 40 % a 50 % de todos los terneros nacidos. El

problema es más frecuente, cuando el ternero es mantenido en corrales colectivos y está más expuesto a infectarse por el contacto con el estiércol y desechos contaminantes, así también, en áreas donde existe una mala higiene y gran cantidad de moscas. Puede contribuir a su presentación, el "chupeteo" que se produce después del racionamiento lácteo. Al examinar el área umbilical, se observa una hinchazón del cordón y de los tejidos adyacentes; el pelo que cubre el área está húmedo y apelmazado; al hacer presión puede escurrir pus. La prevención es muy simple; consiste en la desinfección del cordón umbilical con solución de yodo al 10 % inmediatamente después del nacimiento, junto a la limpieza de los corrales (Gallo, 2017).

De igual modo dentro de las infecciones posnatales se encuentra con relativa frecuencia en las unidades de producción ganaderas terneros con problemas en las articulaciones cuya viabilidad es muy baja porque se trata de situaciones que producen desde retrasos en el crecimiento hasta septicemias que conducen al animal a la muerte. Las vías de entrada de los patógenos causantes de artritis sépticas pueden ser directa, por extensión o hematógena. Esta última es la principal, pudiendo desarrollarse a partir de onfaloflebitis (*E.coli*), de infecciones entéricas (*Salmonella* spp.), de recidivas de infecciones neonatales (conocidas como poliartritis inespecíficas secundarias a infecciones sistémicas primarias) o infecciones intrauterinas (Alonso *et al.*, 2010).

La Difteria es otra enfermedad infecciosa y aguda, que se caracteriza por la formación de llagas y tejidos muertos en la boca, garganta y laringe. La difteria puede atacar a otras terneras y a vaconas de mayor edad, pero principalmente se observa en ganado de 2 a 12 meses de edad. Es causada por *Spheroforus necroforus*, uno de los principales organismos implicados en el panadizo que ataca los cascos de los animales adultos. La toxina de este microorganismo puede causar la muerte. Dado que una de las causas de esta enfermedad es el suministro de hierba demasiado madura que le produce lesiones en las mejillas y la boca del animal, por lo cual, es aconsejable alimentar a la ternera con heno de buena calidad o hierba tierna (Gallo, 2017).

Otra enfermedad perinatal es el Síndrome de Distrés Respiratorio, el cual se caracteriza por tener varios grados de atelectasia (colapso de una parte o de todo el pulmón) que se suele ver en los pulmones de los terneros, estas regiones atelectásicas producen una superficie de intercambio gaseoso inadecuada, y el recién nacido aumenta el ritmo respiratorio para mantener una ventilación normal; si esto no se logra se llega a la hipoxia. La hipoxia tiene dos efectos negativos: dañan la producción de surfactante por parte de los neumocitos II y produce vasoconstricción en los vasos pulmonares y como consecuencia de ello disminuye la circulación pulmonar, causando daño a las células pulmonares y posiblemente se llega a producir edema alveolar o intersticial. Generalmente se presenta en terneros prematuros (Rutter, 2010).

El síndrome de Distrés respiratorio neonatal (SDR) o enfermedad de membrana hialina (EMH) es la patología respiratoria más frecuente en terneros prematuros. Clínicamente se presenta al nacimiento o poco tiempo después con polipnea y dificultad respiratoria progresiva. La hipoxemia y distintos grados de acidosis respiratoria y metabólica asociada a hipercapnia son los hallazgos gasométricos; radiológicamente aparece una imagen bilateral, más o menos homogénea, de opacificación del parénquima pulmonar con broncograma aéreo con aspecto característico de “vidrio esmerilado” que, en los casos más graves, lleva al llamado “pulmón blanco” (González y Omaña, 2006).

3.3.3 Digestivas

Los problemas digestivos presentados principalmente como diarreas son causadas por una serie de gérmenes como parásitos, virus y bacterias, pero también pueden tener su origen en problemas nutricionales como sobrecarga alimenticia o alimentos mal conservados, pudiendo clasificar en infecciosas, parasitarias o mecánicas. Las diarreas parasitarias pueden ser causadas por parásitos gastrointestinales, cuando los terneros salen a praderas con alta contaminación de larvas de parásitos. El cuadro clínico se presenta con signos de diarrea, enflaquecimiento, pelo áspero, deshidratación, retraso de crecimiento. Una diferencia a las causadas por bacterias, es que no presentan elevación de

temperatura. Mientras que las diarreas mecánicas (osmóticas) se originan por problemas de sobrecarga alimentaria, o cambios bruscos de alimentación, esto ocurre en el periodo de delactación principalmente. Los alimentos no son bien digeridos y pasan al intestino provocando una alteración funcional (cambio de pH), que afecta el equilibrio y la flora intestinal. El organismo se defiende aumentando la velocidad de paso del contenido, si no se trata con rapidez, la situación puede derivar a diarrea infecciosa (Lanuza, 2006).

Las diarreas infecciosas son causadas por una serie de gérmenes como virus, bacterias y parásitos, los principales gérmenes son rotavirus, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Si existe temperatura sobre 39 °C (fiebre), se agregan suspensiones de antibióticos recomendadas por un Veterinario, por vía oral o inyectable, además de protectores de la pared intestinal, como caolín pectina y reconstituyentes como hierro, glucosa y vitaminas del complejo B (Gallo, 2017). Las diarreas disminuyen considerablemente la barrera inmune, al posibilitar a los patógenos, la implantación, la adhesión y la proliferación en las células epiteliales del intestino. La salud de la ternera desde el nacimiento hasta los 4 meses de edad afecta el peso y la edad al primer parto, por ende aumentando el costo de producción de los reemplazos. Patógenos tales como Coronavirus y Rotavirus bovino, coccidia (*Eimeria* spp.), *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium muris*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter fecalis*, *Giardia* spp., *Salmonella* entérica, sub especie entérica, serovariedad dublín y serovariedad *typhimurim*, *Clostridium sordelli*, *Clostridium perfringens* (tipo C), y *Clostridium difficile* pueden ser responsables de la diarrea neonatal (Padrón, 2017).

Existen varios agentes como ya se mencionó anteriormente causales de las enfermedades gastrointestinales en becerras; sin embargo, los más comunes y económicamente importantes son *E. coli* y *Salmonella* spp. de los cuales se tiene reportes en Alemania, Bangladesh, Brasil, Bulgaria, Egipto, Estados Unidos, Irán, Nueva Zelanda, Pakistán, Polonia, Suecia y Sudan. En un estudio realizado por Delgado *et al.*, (2016) se investigó la prevalencia de *E. coli* y *Salmonella* spp. obteniendo que en un 15.5% de las muestras analizadas mediante la técnica de ELISA se detectó *E. coli*; un 85.7% de infecciones mixtas y un 14.3% de

infecciones simples, mientras que la prevalencia de *Salmonella* spp. fue de 28.9%, un 42.6% mixtas y un 30.8% simples. La mayor prevalencia para *E. coli* se observó en la primera y segunda semana de edad (42.9% en cada una), y el 14.3% en la tercera, a partir de la cual ya no se observaron casos para este patógeno, mientras que para *Salmonella* spp. la mayor prevalencia también se encontró durante la primera y segunda semana de vida 30.8% y 34.6% respectivamente; observándose una declinación durante la tercera y cuarta semana (23.1% y 11.5%, respectivamente. Siendo similar el tiempo de mayor susceptibilidad observado para infecciones por *E. coli* y *Salmonella* spp. en las primeras dos semanas posteriores al nacimiento reportado por Cho *et al.* (2013), este resultado sugiere que *E. coli* debe ser considerado un factor importante en la presentación de la diarrea en las becerras.

La cría debe separarse de la madre en la primera hora de vida, ya que por razones sanitarias no es conveniente que la cría permanezca en el lugar del parto mucho tiempo, y se incrementa el riesgo de transmisión de microorganismos como *Salmonella*, *Mycobacterium tuberculosis* y *Cryptosporidium*, entre otros (Ramírez y Topete, 2010). García *et al.* (2014), realizaron un estudio donde indica que la prevalencia general a la infección por *Cryptosporidium* spp. fue de 40%. El grupo de becerras de 8 a 14 días de edad presentó la prevalencia a la infección más elevada (81%), mientras que la más baja (21%) se observó en el grupo de 22 a 28 días de edad. Se identificaron como factores de riesgo a la infección por *Cryptosporidium* spp., al grupo de 8 a 14 días de edad; el uso de cama de aserrín; el recipiente de plástico de donde beben leche las becerras; el bajo nivel de inmunoglobulinas, y la atención de partos por parte de personal no especializado (velador, trabajador del área de cría). Mendoza (2010), afirma que *Cryptosporidium* spp. son parásitos protozoarios causantes de infecciones gastrointestinales en una amplia variedad de hospederos vertebrados, incluidos animales domésticos y silvestres así como los humanos. En el ganado bovino se han reconocido al menos cuatro especies, que incluyen a *C. parvum*, *C. andersoni*, *C. bovis* y *C. ryanae*. La primera de ellas es la más frecuente en animales lactantes, mientras que las otras son más comunes en animales

destetados y adultos. La criptosporidiosis es especialmente importante en animales lactantes menores de 30 días de edad, en quienes se manifiesta, por lo general, con diarrea abundante, fiebre, anorexia, pérdida de peso, desequilibrio electrolítico y, en ocasiones, con la muerte. El grupo de mayor riesgo para contraer la infección es el de los becerros de 8 a 14 días de edad, ya que al aumentar la edad de los animales, la prevalencia y la intensidad de la parasitosis tienden a disminuir. Sin embargo, la infección es poco común en animales menores de cuatro días.

Las tres afecciones más frecuentes que resultan en la enfermedad y la muerte de la becerria antes del destete incluyen septicemia, neumonía y, con mayor frecuencia, diarrea neonatal de la ternera (ENT), la cual sigue siendo la causa más común de morbilidad y mortalidad en becerrias en todo el mundo. Esta compleja enfermedad puede desencadenarse por causas tanto infecciosas como no infecciosas. Los cuatro enteropatógenos más importantes que conducen a la ENT son *E. coli*, rotavirus y coronavirus, y *Cryptosporidium parvum* (Meganck *et al.*, 2014). La diarrea de las becerrias es una manifestación frecuente que se caracteriza por heces líquidas y profusas, deshidratación, emaciación, postración y muerte. Se ha demostrado que el 4% de las terneras mueren antes del destete (Delgado, 2000).

3.3.4 Respiratorias

Chaparro (2017), evaluó la relación existente entre el consumo de alimento y crecimiento de becerrias y detectó que en la etapa del destete el síndrome respiratorio fue el responsable 50.5% de las muertes; pero durante la lactancia fue causante del 21.3% de las bajas, además de observarse que en los diferentes tratamientos se presentaron mayor porcentaje de padecimientos diarreicos que neumónicos.

Las enfermedades respiratorias en los terneros pueden implicar el tracto respiratorio superior o inferior; infecciones del tracto respiratorio superior tales como rinitis típicamente se presenta con descarga ocular y nasal; otros factores incluyendo el nutricional, estrés y la calidad del aire pueden también jugar un

papel importante en la transmisión. Estas enfermedades respiratorias bovinas son una fuente importante de pérdidas económicas ya que es la causa principal de muerte en becerras jóvenes y la segunda más común en terneras (Love *et al.*, 2014).

La neumonía es una enfermedad causante de muertes en terneros de 2 meses a 12 meses; además hay que añadir las pérdidas por el desarrollo de neumonías crónicas, que producen retraso en el crecimiento y un pobre índice de conversión de alimentos. La presentación de la enfermedad la predispone el stress en el animal, transporte, cambio de alimentación. El agente causal puede ser la interacción de virus y bacterias, pero en los bovinos, las bacterias como *Mannheimia hemolítica* y *Pasteurella multocida*, son las responsables de un grave cuadro neumónico. También, el ofrecer concentrado harinoso (polvo), puede provocar, por aspiración vía fosas nasales, una neumonía a cuerpo extraño. Entre los signos clínicos, destacan el aumento de la temperatura (40 °C a 42 °C), respiración agitada, tos, descargas nasales que pueden contener pus, inapetencia, enflaquecimiento, en algunos casos se acompaña de diarrea; la muerte puede ocurrir en 3 días a 7 días. La mejor prevención es evitar el estrés, los enfriamientos, corrientes de aire y vacunarlos a partir de los 3 meses de edad, con vacunas que contengan los gérmenes más comunes que causan las neumonías en el sector (Gallo, 2017).

3.3.5 Mortalidad y morbilidad

La becerro es el futuro del establo; sin embargo, de entre todos los animales presentes en el sector productor de lácteos, las tasas más altas de morbilidad y mortalidad en becerras antes del destete, con tasas de 46% y 5%, respectivamente (NAHMS, 2011). Para minimizar la morbilidad y mortalidad de las becerras se combina una variedad de componentes de manejo, desde un buen programa de vacunación de vacas secas, manejo de calostro, limpieza y alimentación y cuidado general del recién nacido. Finalmente, mantener un buen control de la salud de la becerro ahorrará muchas veces el costo de estas

prácticas y productos de los costos reducidos de la crianza de vaquillas (Heinrichs, 2011).

Existe una amplia variación en la incidencia de trastornos en las becerras lecheras, encontrándose una morbilidad de hasta un 35% con riesgos específicos de problemas digestivos y enfermedades respiratorias bovinas de 29 a 39%, respectivamente. Las diferencias en la incidencia de enfermedades pueden ser influenciadas por muchos factores como los tratamientos perinatales, el alojamiento, la alimentación, la genética y los factores ambientales (Windeyera *et al.*, 2014).

Existen diversos factores predisponentes a los cual se les considera influyentes en la morbilidad y mortalidad de las becerras destinadas a reemplazo, presentes en el establecimiento lechero que facilitan la acción de los distintos patógenos dentro de los cuales, se pueden citar: Instalaciones inadecuadas para la vaca al parto, calostrado deficiente, falla en el control de la temperatura ambiental, manejo inadecuado de la higiene en el sistema de crianza y mala organización de las tareas a hacer por parte del personal como cuidados al parto e inadecuada revisión de las becerras en cuanto al estado de salud. La baja inmunidad materna también contribuye a una alta mortalidad y un crecimiento deficiente de los animales jóvenes (Traglia, 2017).

El éxito en un programa de crianza de novillas debe ser evaluado con más de un criterio. El manejo de las terneras puede ser considerado exitoso cuando todos los siguientes criterios se han alcanzado: menos del 5 % de mortalidad en terneras y novillas, crecimiento adecuado, desarrollo y peso corporal al primer parto y la edad promedio al primer parto de 24 meses. Una baja tasa de mortalidad ($\leq 5\%$) indica prácticas de cuidado adecuadas en el crecimiento de las terneras y permite mayores oportunidades desde el punto de vista económico, así como de mejoramiento genético del hato. Una ternera que muere representa una oportunidad menos para descartar vacas que no son rentables (Wattiaux, 2010).

4. Aditivos herbales

Los aditivos para la alimentación animal son tan numerosos y heterogéneos que es difícil hacer una definición precisa. No obstante, en términos generales, un aditivo alimentario se refiere a un producto incluido en la formulación a un nivel bajo de inclusión cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o la salud del animal (Ravindran, 2010). Un aditivo, ya sea natural o sintético, se define como una sustancia o mezcla de sustancias diferentes al alimento que se encuentra en el mismo como resultado de una adición intencional durante las etapas de producción, almacenamiento o envasado para lograr ciertos beneficios, por ejemplo, evitar su deterioro por microorganismos o insectos, conservar la frescura, mejorar el valor nutritivo, desarrollar alguna propiedad sensorial, o como ayuda para el proceso de elaboración (Arce *et al.*, 2016). Durante décadas se han utilizado los aditivos en la producción animal por los efectos benéficos que producen en indicadores fisiológicos, productivos y de salud. De esta forma se logran disminuir en la mayoría de los aditivos los costos e incrementar la eficiencia de los sistemas productivos (García y García, 2015).

Se han usado muchos tipos de antibióticos como aditivos en la alimentación animal para mejorar el rendimiento y el crecimiento de los animales. Como resultado de la decisión de prohibir los antibióticos en la producción ganadera por la Unión Europea en el 2006, las investigaciones sobre extractos de plantas como alternativas al uso de antibióticos como promotores crecimiento se han incrementado significativamente. Muchos candidatos nuevos para reemplazar los antibióticos como promotores de crecimiento naturales incluyen probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y extractos de plantas. La adición de extractos de plantas y aceites esenciales obtenidos a partir de plantas en las dietas puede desempeñar un papel para mejorar el rendimiento del crecimiento de los animales y el estado de salud (Akyildiz y Denli, 2016).

En la actualidad el tratamiento de las enfermedades bacterianas y parasitarias de importancia en Medicina Veterinaria se ha complicado debido a la resistencia a fármacos comerciales por lo que es necesario utilizar alternativas para el control

de estos patógenos resistentes o multirresistentes, una de las cuales puede ser el uso de metabolitos secundarios de plantas con actividad antibacteriana y/o sobre nematodos gastrointestinales. Estos compuestos son derivados de las rutas de biosíntesis del metabolismo primario del carbono en las plantas, que aparecen en el citoplasma de la mayoría de las células vegetales, hasta 2007 se habían reportado cerca de 8,000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianógenos, 10,000 alcaloides, varias saponinas y esteroides (Hernández *et al.*, 2018).

Las fórmulas poliherbales tienen efecto en el rendimiento del crecimiento, parámetros sanguíneos, respuesta inmune y microbiota intestinal (Kim *et al.*, 2015). Muchos productos a base de hierbas (hierbas y aceites esenciales) se utilizan actualmente como aditivos para piensos por la industria de alimentos por los efectos beneficiosos sobre el rendimiento animal y el estado de salud debido a sus propiedades, excepto sus características sensoriales. Estas propiedades reivindicadas son la estimulación de las secreciones digestivas; actividades antimicrobianas, coccidiostáticas, antihelmínticas, antiinflamatorias y propiedades antioxidantes (Ghahhari *et al.*, 2016).

El sistema inmune es altamente susceptible al ambiente hostil y a los patógenos invasores, además, las condiciones que causan estrés ya sea físico o psicológico pueden conducir a una disfunción inmune. En la literatura india antigua, se han descrito varias preparaciones a base de hierbas, que se pueden administrar a los animales para aumentar la respuesta inmune (Dhote *et al.*, 2005). Por tal motivo Ghahhari *et al.*, (2016) realizaron un estudio donde el resultado mostró que la adición de hierbas (*Iziphora clinopodioies*, *Mentha spicata* and *Mentha pulegium*) en la leche para terneros neonatales tiene un efecto positivo debido a que afecta la ingesta inicial, el consumo de agua, la puntuación de consistencia fecal y la población microbiana intestinal, la reducción de la población de *Escherichia coli* y *Lactobacillus* spp. dentro de la microbiota en becerras representa el efecto antibacterial que tienen algunos productos herbales; sin embargo, se requieren evaluaciones adicionales y más completas para establecer el efecto de los productos herbales en las dietas sobre el rendimiento de los animales.

La Organización Mundial de la Salud, que reconoce y estimula el gran valor de las plantas medicinales en la atención primaria de millones de personas, estima que el 80% de la población mundial utiliza estos recursos como principal fuente de atención de sus problemas de salud (Bueno *et al.*, 2013). ImmuPlus® es una formulación poli herbal, que contiene cuatro plantas medicinales conocidas en Ayurveda (medicina tradicional de la india) por su uso en el tratamiento de enfermedades humanas además de ser evaluado por su eficacia para estimular la inmunidad inespecífica en vertebrados (Cecchini *et al.*, 2014). El producto herbal contiene Amlaki (*Emblica officinalis*), como uno de sus ingredientes, es rico en vitamina C, que es un potente inmunoestimulante y antioxidante. El ácido ascórbico presente en esta fruta se conjuga con ácido gálico y azúcares reductores, formando un complejo taninoide, que es más estable en la naturaleza y mejora la biodisponibilidad del ácido ascórbico. De forma similar, otro componente, Guduchi (*Tinospora cordifolia*), es conocido por aumentar las funciones de las células fagocíticas y mejorar la protección contra infecciones en animales y seres humanos. Los otros componentes, Aswagandha (*Withania somnifera*) y Tulsi (*Ocimum sanctum*) también están bien conocidos por su rol inmunomodulador (Kumari *et al.*, 2004).

ImmuPlus® contienen pro-vitaminas y pro-nutrientes, como terpenos, fenoles, aminoácidos, vitaminas C y E naturales y oligosacáridos, antioxidantes etcétera. El organismo utiliza estas sustancias como base para elaborar algunas funciones inmunológicas y metabólicas optimizando el sistema inmune, promover la salud y la producción logrando minimizar las posibilidades de infecciones virales, bacterianas y otras enfermedades. Las vitaminas y los compuestos fenólicos desempeñan un papel muy eficaz en el refuerzo de los mecanismos de defensa y en la inhibición natural del crecimiento de microorganismos patógenos. ImmuPlus® AFS facilita la producción óptima de inmunoglobulinas, anticuerpos y otros componentes inmunes (Technofeed México, 2018).

Hay datos reportados sobre la utilización de ImmuPlus® en acuicultura, avicultura, animales de compañía y animales de producción. En cuanto a la avicultura el ImmuPlus® tiene un efecto potenciador sobre las respuestas

paraspecíficas contra los antígenos de New Castle y contra bursitis infecciosa en pollos (Dhote *et al.*, 2005). Similar a lo reportado por Borell *et al.* (2000), donde emplearon Alquernat ImmuPlus®, en pollos de engorde tras la administración de la vacuna contra la enfermedad de Gumboro (bursitis infecciosa aviar) encontrando que los títulos de anticuerpos se mejoraron significativamente en comparación con el grupo de control idéntico sin el aditivo ImmuPlus®. El aumento del título medio comparativo fue 661,6% mayor en el grupo alimentado con ImmuPlus® que en el grupo control. Por lo tanto, estos autores concluyen que Alquernat ImmuPlus® es útil para mejorar significativamente la respuesta inmune para controlar de forma efectiva la morbilidad y la mortalidad en aves de corral contra la enfermedad de Gumboro.

Por su parte, en la acuicultura las fórmulas herbales y los productos a base de hierbas que se agregan a la alimentación promueven el crecimiento, reducen el estrés, mejoran la inmunidad y previenen las infecciones en los peces bajo cultivo. La adición de hierbas y productos a base de hierbas en la dieta de los peces es más barata y respetuosa con el medio ambiente con un efecto secundario bajo para los peces y los consumidores. Por lo tanto, su uso como medicamentos en el manejo de enfermedades en la acuicultura está ganando popularidad (Shakya, 2017). Está reportada la habilidad del ImmuPlus® para mejorar la respuesta inflamatoria y promover el crecimiento tras aumentar el peso final en las carpas (*Cyprinus carpio*) alimentadas con las dietas de prueba que fue significativamente ($P < 0.05$) mayor, sin diferencia significativa entre los que recibieron 1.5% de ImmuPlus® que aquellos alimentados con 3% del compuesto. Sin embargo, en términos de respuesta inflamatoria, el 3% de inclusión resultó mejor ya que en peces alimentados con este porcentaje la recuperación de fibras musculares en la periferia del sitio inyectado con Adyuvante Completo de Freund (FCA). El mayor crecimiento e inmunidad anularía el costo adicional incurrido en la incorporación de una pequeña cantidad de ImmuPlus® en la dieta de la carpa común (Priyadarshini *et al.*, 2012). Obteniendo resultados similares al agregar ImmuPlus® a la dieta de la carpa india rohu (*Labeo rohita*), particularmente a 1 g / kg de

alimento durante 30 días, ya que, activa la inmunidad no específica, el crecimiento y la respuesta inmune específica (Kumari *et al.*, 2007).

De igual modo en langostinos alimentados con dieta basal suplementada con ImmuPlus® 1g kg⁻¹ de alimento durante 4 semanas, se observó que la actividad de la fenoloxidasa (PO), la hemaglutinación y las actividades de lisozima fueron significativamente elevadas en los langostinos alimentados con ImmuPlus® hasta las tercer semanas de alimentación y disminuyeron después de cuarta semanas de alimentación, por lo tanto la incorporación de ImmuPlus® durante tres semanas puede ser beneficioso para elevar el estado inmune de los langostinos aumentando además el nivel total de proteína en la segunda semana de alimentación (Kumari *et al.*, 2004).

El uso de la formulación poli herbal ImmuPlus® como suplemento nutricional en equinos ha demostrado su alto potencial antioxidante, con resultados comparables a los de aminoácidos utilizados como compuesto estándar, el estudio in vitro indica que este suplemento poli herbal es una fuente importante de antioxidantes naturales que podrían ser útiles para prevenir daños por estrés oxidativo en equinos (Cecchini *et al.*, 2014).

Hoy en día, el estrés oxidativo se considera uno de los principales motivos de los procesos patológicos, incluido el cambio del funcionamiento del sistema inmunitario. Estos cambios metabólicos ocurren principalmente debido a alteraciones en el sistema de defensa antioxidante del cuerpo y están asociados con la acumulación excesiva de radicales libres en un cuerpo (Kireev *et al.*, 2017). Según estudios realizados en humanos, los daños oxidativos son perjudiciales para la función inmune, además, los organismos aeróbicos deben poseer defensas antioxidantes efectivas que, en parte, dependen del suministro dietético de antioxidantes que, por definición, son moléculas capaces de inhibir la oxidación de otras moléculas. Los procesos catabólicos generan radicales libres y otros intermedios de radicales libres, también conocidos como especies de oxígeno reactivo (ROS), producidas principalmente en la cadena de transporte de electrones mitocondrial. Por lo tanto, ROS se produce constantemente en seres

vivos en circunstancias normales. Los antioxidantes son capaces de detener las reacciones de oxidación mediante la eliminación de ROS. La suplementación con antioxidantes esencialmente revierte las deficiencias inmunes asociadas con la edad, por ejemplo, el aumento de la respuesta específica de anticuerpos y la disminución de la peroxidación lipídica. Por lo tanto, los antioxidantes de la dieta preservan una función adecuada de las células inmunes contra las alteraciones homeostáticas causadas por el estrés oxidativo que ocurre cuando la tasa de generación de ROS excede la de su eliminación. El exceso de ROS es responsable de la oxidación de lípidos y proteínas, incluido el ADN, así como la peroxidación de ácidos grasos insaturados, esenciales para la función de la membrana celular (Cecchini *et al.*, 2014).

4.1 *Emblica officinalis*

Emblica officinalis (EO) goza de una posición sagrada en Ayurveda, un sistema indígena de medicina indígena. Pertenece a la familia *Euphorbiaceae*. También se nombra como Amla, *Phyllanthus Emblica* o grosella espinosa india, contiene principalmente taninos, alcaloides, compuestos fenólicos, aminoácidos e hidratos de carbono. El jugo de la fruta contiene la vitamina C (478.56 mg / 100 ml); tiene aplicación como antioxidante, inmunomodulador, antipirético, analgésico, citoprotector, antitusivo y gastroprotector (Khan, 2009). Debido a sus cualidades Dalal (2017), realizó un estudio en pollos de engorda donde suplementaron con polvo de fruta *Emblica officinalis* a razón de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1%, respectivamente a los grupos. Obteniendo resultados de un menor consumo de alimento en los niveles más altos (0.75% y 1%) de los grupos suplementados que el grupo de control, esto podría deberse a una mejor utilización de nutrientes y por ende a un mayor aumento de peso corporal, además de que la suplementación de antioxidantes aumentó la altura de las vellosidades intestinales pero disminuyó la profundidad de las criptas en los pollos de engorde. Las dietas de alimentación que contienen fitobióticos pueden provocar la inhibición del crecimiento y la colonización de microbios enteropatógenos en el tracto digestivo, lo que contribuye al equilibrio de la microflora intestinal. Concluyendo lo anteriormente mencionado en que los mejores resultados se obtuvieron con un nivel de

suplementación de *Emblica officinalis* al 0,75% con respecto a la morfología del intestino y la actividad inmunomoduladora resultó en una ganancia de peso mejorada.

4.2 *Tinospora cordifolia*

Tinospora cordifolia, perteneciente a la familia *Menispermaceae*, es un arbusto trepador grande, de hoja caduca, que se encuentra en toda la India, especialmente en las partes tropicales que ascienden a una altitud de 300 m. y también en ciertas partes de China. Se conoce como planta de semilla de Moonseed con corazón en inglés, Guduchi en sánscrito y Giloy en hindi, contiene principalmente alcaloides, lactonas, diterpenoides, esteroides, compuestos alifáticos glucósidos entre otros (Mittal *et al.*, 2014).

4.3 *Withania somnifera*

Withania somnifera pertenece a la familia de las solanáceas, es una planta xerofítica que se encuentra en las partes más secas de India, Sri Lanka, Afganistán, Baluchistán y Sind, se distribuye en las regiones mediterráneas, las Canarias y el Cabo de Buena Esperanza. Es una planta importante, comúnmente conocida como Ashwagandha, que se ha usado sola o en combinación con otras plantas en Unani, así como en el sistema ayurvédico de medicina hindú durante siglos. Posee una serie de acciones terapéuticas que incluyen antiinflamatorios, sedante, hipnótico, narcótico, tónico general, diurético, afrodisíaco, tónico uterino y aumenta la producción de semen (Uddin *et al.*, 2012). Se conocen más de 35 componentes químicos biológicamente activos contenidos en las raíces de *Withania somnifera* como son alcaloides (isopellertierina, anferina), lactonas esteroidales (withanolidos, withanofinas), saponinas que contienen un grupo acilo adicional (sitoindosida VII y VIII), y withanoloides con una glucosa en carbono 27 (sitonidoside XI y X), además de ser rico en hierro (Singh *et al.*, 2010).

4.4 *Ocimum sanctum*

Ocimum sanctum L. (Tulsi) se conoce desde el período védico. Su extracto tiene numerosas actividades farmacológicas como hipoglucemiantes,

inmunomoduladores, analgésicos, antiestrés, antipiréticos, antiulcerogénicos, antiinflamatorios, antihipertensivos y antibacterianos. Los componentes activos de la hierba incluyen aceite volátil eugenol y B-cariofileno, flavonoides y varios otros componentes presentes en el aceite fijo (Bhatt 2012).

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La crianza de becerras para remplazos en sistemas intensivos de producción de leche es un factor determinante para el éxito productivo y la rentabilidad del propio sistema, a pesar de su importancia existen grandes retos que limitan la cría efectiva de remplazos, tal es el caso de alta morbilidad y mortalidad en las becerras lactantes (del nacimiento a la delactación total) ya que animales que sufren de enfermedades gastrointestinales y pulmonares disminuyen su potencial productivo siendo afectados los parámetros productivos y sus curvas normales de crecimiento y desarrollo, por tal motivo, las crianzas deben idear estrategias para disminuir la presencia de enfermedades y aminorar la mortalidad, esto con la intención de obtener animales con parámetros como peso y talla adecuados, además de disminuir los costos derivados de los tratamientos médicos y de la mortalidad, en el mismo sentido, el uso excesivo de antibióticos para tratar enfermedades relacionadas a síndromes diarreicos y neumónicos generan elevados costos de producción y resistencia bacteriana a dichos medicamentos.

Para disminuir la morbilidad y mortalidad, se han desarrollado diversos productos inmunoestimulantes derivados de plantas ricas en metabolitos, dichas plantas además de generar efectos inmunológicos inespecíficos son ricas en compuestos fenólicos, los cuales presentan alto potencial como promotores de crecimiento, ya que dichos metabolitos interfieren con la microbiota gastrointestinal, disminuyendo la presencia de enterobacterias patógenas como *E. coli* y *Salmonellas* spp. principalmente, motivo por el cual se ven mejorados los parámetros productivos y de salud de las becerras.

La fórmula polihierbal ImmuPlus[®] se ha empleado en diversas especies animales mostrando un decremento en la morbilidad y mortalidad, además de favorecer los parámetros productivos, dicha fórmula no ha sido probada en bovinos, a pesar de esto se espera que tenga efectos favorables en cuanto a morbilidad, mortalidad y efectos como promotor de crecimiento.

6. JUSTIFICACIÓN

La crianza de reemplazos es un aspecto fundamental en cualquier sistema de producción lechero, ya que las terneras son el futuro de la lechería, determinando la renovación y el mejoramiento genético del hato, la mayoría de las unidades de producción lecheras tienen problemas en la cría de becerras, debido fundamentalmente al costo de su alimentación y control sanitario dado que cualquier alteración que ocurra en el estado de salud de los animales produce disminución del desempeño y rentabilidad del hato, por lo cual mantener un buen control de la salud de la becerro disminuirá el costo de estas prácticas.

Se han usado antibióticos como aditivos en la alimentación animal para mejorar el rendimiento y el crecimiento de los animales; como resultado de la decisión de prohibir los antibióticos en la producción ganadera por la Unión Europea en el 2006, las investigaciones sobre extractos de plantas como alternativas al uso de antibióticos como promotores de crecimiento se han incrementado significativamente, muchos candidatos nuevos para reemplazar los antibióticos como promotores de crecimiento naturales incluyen probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y extractos de plantas. La adición de extractos de plantas y aceites esenciales obtenidos a partir de plantas en las dietas puede desempeñar un papel para mejorar el rendimiento del crecimiento de los animales y el estado de salud. La resistencia a los antimicrobianos que afecta a la salud de consumidores humanos está asociada mayormente al desarrollo de resistencias bacterianas en los mismos animales, las cuales pueden dar lugar a fallos terapéuticos en tratamientos veterinarios. También existe el riesgo de transferencia de esas bacterias resistentes de los animales al hombre, o de genes portadores de la resistencia de bacterias animales a bacterias humanas.

La actividad terapéutica o medicinal de estos aditivos herbales depende de los compuestos químicos que ésta contenga, los metabolitos secundarios, también denominados fitoquímicos, dentro de éstos se pueden incluir alcaloides, ácidos, esteroides, saponinas, taninos entre otros. ImmuPlus[®] contienen pro-vitaminas y pro-nutrientes, como terpenos, fenoles, aminoácidos, vitaminas C y E naturales y

oligosacáridos, antioxidantes etcétera, el organismo utiliza estas sustancias como base para elaborar algunas funciones inmunológicas y metabólicas optimizando el sistema inmune, promover la salud y la producción logrando minimizar las posibilidades de infecciones virales, bacterianas y otras enfermedades. Las vitaminas y los compuestos fenólicos desempeñan un papel muy eficaz en el refuerzo de los mecanismos de defensa y en la inhibición natural del crecimiento de microorganismos patógenos. ImmuPlus[®] facilita la producción óptima de inmunoglobulinas, anticuerpos y otros componentes inmunes siendo una alternativa al uso de antibióticos.

7. HIPÓTESIS

La adición de la fórmula polihierbal ImmuPlus® a diferentes dosis incrementará los parámetros productivos y disminuirá la morbilidad y mortalidad en becerras Holstein

8. OBJETIVOS

8.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la inclusión de una fórmula polihierbal sobre los parámetros productivos y de salud en becerras Holstein en lactancia

8.2 Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo, conversión alimenticia) de becerras Holstein adicionadas con una fórmula polihierbal a diferentes dosis
- Determinar medidas zométricas de becerras Holstein adicionadas con una fórmula polihierbal y la relación que existe entre ellas
- Analizar el estado de salud a través de la morbilidad y mortalidad de becerras Holstein adicionadas con una fórmula polihierbal

9. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se realizó en el área de crianza dentro de las instalaciones de un establo lechero altamente tecnificado del Grupo Tricio, ubicado en la Comarca Lagunera, Gómez Palacio, Durango, carretera Jabonoso - la Esmeralda km 7.5. El periodo experimental tuvo una duración de 66 días, para el cual se emplearon 50 becerras de la raza Holstein provenientes de los establos del mismo grupo Tricio alojadas en jaulas individuales, con un promedio de 45 kg de peso vivo inicial, y una edad promedio de 22 días, distribuidas aleatoriamente en 5 tratamientos con 10 repeticiones cada tratamiento, considerando como unidad experimental a las becerras, los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera, un tratamiento considerado como Control el cual se sometió al manejo rutinario de alimentación y sanidad, el segundo tratamiento comprendió al Control Placebo que se le brindó una gelatina sin compuesto herbal a fin de someter al manejo de proporcionar la gelatina y generar las mismas condiciones que para los tratamientos 3, 4 y 5 a los cuales se proporcionó una dosis de 2.0, 3.0 y 4.0 g día⁻¹ de ImmuPlus® respectivamente preparado en forma de gelatina (grenetina con 85% de proteína), con grenetina a razón de 50 g L⁻¹ de agua, cada gelatina con un volumen de 20 ml.

Cuadro 4. Características de los tratamientos

| | Tratamiento | Gelatina | Dosis |
|---|-----------------|----------------------|-------|
| 1 | Control | ----- | ----- |
| 2 | Control placebo | Sin Compuesto herbal | ----- |
| 3 | ImmuPlus® | Con compuesto herbal | 2 g |
| 4 | ImmuPlus® | Con compuesto herbal | 3 g |
| 5 | ImmuPlus® | Con compuesto herbal | 4 g |

Las becerras fueron pesadas y se realizó la toma de medidas zoométricas al inicio y al final del experimento las cuales son altura a la cruz y a la grupa, diámetro torácico (a la tercera costilla), abdominal (a la décimo tercera costilla) y al ijar, longitud nuca- cola (occípito- coccígea), ancho del ilion e isquion, largo de grupa (ilion-isquion), ancho de tórax (encuentros), diámetro de menudillo miembro anterior izquierdo (MAI) y miembro posterior izquierdo (MPI), diámetro de carpo MAI y del tarso MPI de acuerdo a la técnica propuesta por Serrano y Díaz, (2009) y Abril, (2015).

Se realizó el registro del consumo diario materia seca del alimento iniciador, determinado mediante el peso del alimento ofrecido menos el peso del rechazado, mientras que de leche se llevó un registro de la cantidad ofrecida de acuerdo a la edad y la rechazada, una vez terminado el periodo experimental se calculó el consumo de alimento y de leche y se obtuvo la ganancia de peso, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{Número de días del experimento}}$$

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (KG)} + \text{Sólidos Leche (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg)}}$$

$$\text{Eficiencia alimenticia} = \frac{\text{Ganancia de peso (kg)}}{\text{Consumo de alimento (Kg)} + \text{Sólidos leche (kg)}}$$

Además se realizó la correlación entre el peso vivo final con las medidas zoométricas, esto con la intención de generar una ecuación que permite predecir el peso en función de las medidas obtenidas, para lo cual se empleó una regresión lineal múltiple utilizando un modelo discriminante *stepwise* hacia atrás para obtener la ecuación de la recta considerando únicamente las variables que fueron significativas ($p < 0.05$).

Finalmente las becerras fueron evaluadas diariamente de manera visual para diagnosticar enfermedades, con la finalidad de cuantificar la mortalidad y morbilidad de cada uno de los tratamientos, así mismo se llevó un registro de los fármacos utilizados, todo lo anteriormente se registró en una base de datos en Excel para su posterior análisis, para determinar el efecto del producto sobre la morbilidad y mortalidad se emplearon pruebas no paramétricas.

Con respecto a las variables productivas se utilizó un diseño completamente al azar, mientras que para las correlaciones del peso con las medidas zoométricas se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple.

Finalmente para la morbilidad y mortalidad se empleó un análisis de Kruskal-wallis.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de la fórmula polihierbal ImmuPlus® a diferentes dosis no incremento los parámetros productivos ni disminuyo de manera significativa la morbilidad y mortalidad en becerras Holstein, sin embargo, se observó una reducción en el uso de antibióticos y por ende en los costos de sanidad en la crianza de dichas becerras.

Con respecto a la prueba productiva (Cuadro 5), se observa que hubieron diferencias significativas en el peso inicial ($p < 0.05$), tal situación se debió a que los animales no fueron de la misma edad ocasionado por los manejos propios de la unidad de producción; por tal motivo, el peso inicial se consideró como co-variable para las demás variables de la prueba productiva, esto con la intención de no generar sesgos. Los animales con mayor peso inicial fueron los del grupo control y control placebo, mientras que los expuestos a la fórmula polihierbal mostraron menor peso.

Cuadro 5. Prueba productiva en becerras Holstein adicionadas con ImmuPlus®

| | Control | Placebo | ImmuPlus® | | | EEM | P |
|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------|--------|
| | | | 1 g | 2 g | 3 g | | |
| Peso Inicial | 48.000 ^d | 47.250 ^{cd} | 40.800 ^a | 44.200 ^{bc} | 41.000 ^{ab} | 1.1850 | 0.0001 |
| Peso Final | 95.700 | 91.875 | 91.600 | 93.200 | 86.000 | 2.8181 | 0.3320 |
| GP | 47.700 | 44.625 | 50.800 | 49.000 | 45.000 | 2.8181 | 0.3320 |
| GDP | 0.712 | 0.666 | 0.769 | 0.742 | 0.681 | 0.0424 | 0.2658 |
| Consumo iniciador | 61.080 | 56.793 | 56.768 | 50.379 | 45.424 | 3.9783 | 0.1658 |
| Consumo leche | 29.851 ^a | 30.503 ^a | 33.316 ^b | 34.06 ^{bc} | 34.270 ^c | 0.3451 | 0.0001 |
| Consumo Total | 90.931 | 87.296 | 90.085 | 84.432 | 79.695 | 3.8592 | 0.2589 |
| CA | 1.928 | 1.983 | 1.775 | 1.738 | 1.791 | 0.0511 | 0.0691 |
| EA | 0.523 | 0.508 | 0.564 | 0.578 | 0.561 | 0.0146 | 0.0599 |

EEM, error estándar de la media; GP, ganancia de peso; GDP, ganancia diaria de peso; CA, conversión alimenticia; EA, eficiencia alimenticia
 Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

En cuanto al peso final, ganancia de peso y ganancia diaria de peso, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$), cabe hacer mención que el peso al destete, así como la ganancia diaria de peso coinciden con lo reportado por Doblas y Ruiz (2015), para becerras Holstein con destetes precoces de 60 a 90 días de nacida y siendo mayor al reportado por Moron *et al.* (1997), a los 70 días de vida, a pesar de que no hubieron diferencias significativas las becerras con un nivel de 1 y 2 g del compuesto herbal mostraron ganancias diarias de peso superiores a 0.700 kg.

Los consumos de alimento iniciador no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$); sin embargo, se obtuvieron mayores consumos a los reportados por Tobón (2015) para becerras Holstein en destete precoz a las 16 semanas (consumo a los 60 días de 1.5 kg por día) mientras que el consumo de leche mostró un incremento significativo ($p>0.05$) en los animales con la fórmula polih herbal siendo los niveles de 2 y 3 g los que mostraron el mayor consumo.

Finalmente, no hubo diferencias estadísticas significativas en la conversión y eficiencia alimenticia ($p>0.05$), aunque los animales con el compuesto polih herbal mostraron ser ligeramente más eficientes en el uso del alimento y la leche, ya que por cada kg de alimento consumido tuvieron una respuesta en peso superior a 0.550 g, mientras que en los controles fue inferior a dicho valor, cabe hacer mención de los valores reportados de conversión y eficiencia alimenticia son similares a los reportados por Carvajal y Pérez (2007) y Flores *et al.* (2006), donde ellos utilizaron enzimas fibrolíticas en becerros Holstein.

En cuanto las medidas zoométricas (Cuadro 6) se encontraron diferencias significativas en las medidas iniciales del diámetro torácico, abdominal, al ijar y del tarso ($p<0.05$) siendo las becerras suplementadas con ImmuPlus[®] quienes tenían valores menores en comparación con las controles, dicha situación se asocia directamente al peso inicial ya que fueron de menor peso y talla por lo antes referido, a pesar de las diferencias en estas mediadas, coinciden con las reportadas por Doblas y Ruiz (2015), para el estándar de la raza Holstein. Para la altura a la cruz, altura a la grupa, longitud nuca cola, ancho de ilion e isquion, largo

de grupa, ancho de tórax, diámetro de menudillo del miembro anterior izquierdo, del carpo y del menudillo del miembro posterior izquierdo no se encontró diferencia significativa para las medidas iniciales ($p>0.05$), de igual forma las medidas reportadas se encuentran en el estándar de la raza Holstein según lo proporcionado por Choque (2001).

Cuadro 6. Medidas zoométricas de becerras Holstein adicionadas con ImmuPlus®

| | Control | Placebo | ImmuPlus® | | | EEM | P |
|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|
| | | | 1g | 2g | 3g | | |
| Medidas iniciales | | | | | | | |
| <i>Altura Cruz</i> | 79.30 | 78.00 | 76.10 | 78.50 | 77.60 | 0.9172 | 0.1570 |
| <i>Altura Grupa</i> | 84.40 | 83.13 | 81.90 | 83.10 | 82.30 | 0.8068 | 0.2288 |
| <i>Diámetro Torácico</i> | 84.70 ^{bc} | 86.25 ^c | 81.20 ^a | 82.80 ^{ab} | 81.30 ^a | 0.9992 | 0.0038 |
| <i>Diámetro Abdominal</i> | 91.10 ^b | 89.88 ^b | 85.50 ^a | 85.50 ^a | 83.30 ^a | 1.0917 | 0.0001 |
| <i>Diámetro al ijar</i> | 87.00 ^b | 84.88 ^b | 79.70 ^a | 80.40 ^a | 76.90 ^a | 1.3343 | 0.0001 |
| <i>Longitud Nuca-cola</i> | 102.10 | 101.63 | 98.50 | 97.30 | 95.70 | 1.7548 | 0.0596 |
| <i>Ancho Ilion</i> | 14.50 | 15.13 | 14.40 | 15.80 | 14.60 | 0.8047 | 0.7064 |
| <i>Ancho Isquion</i> | 8.30 | 8.75 | 8.40 | 8.70 | 7.40 | 0.4626 | 0.2545 |
| <i>Largo Grupa</i> | 24.00 | 23.50 | 22.70 | 23.40 | 22.60 | 0.3900 | 0.0720 |
| <i>Ancho Tórax</i> | 21.00 | 21.88 | 20.70 | 21.20 | 20.20 | 0.4292 | 0.1212 |
| <i>Diámetro Men. MAI</i> | 18.00 | 17.25 | 17.30 | 17.80 | 17.70 | 0.2160 | 0.0849 |
| <i>Diámetro Carpo MAI</i> | 20.90 | 21.50 | 21.10 | 21.70 | 20.90 | 0.3505 | 0.3770 |
| <i>Diámetro Men. MPI</i> | 18.10 | 18.00 | 17.40 | 17.80 | 17.30 | 0.4587 | 0.6594 |
| <i>Diámetro Tarso MPI</i> | 27.20 ^b | 27.63 ^b | 27.10 ^b | 27.40 ^b | 25.60 ^a | 0.4591 | 0.0267 |
| Medidas finales | | | | | | | |
| <i>Altura Cruz</i> | 92.00 | 91.50 | 90.80 | 92.30 | 91.90 | 1.0345 | 0.8607 |
| <i>Altura Grupa</i> | 99.90 | 97.13 | 97.40 | 98.40 | 97.90 | 0.8566 | 0.1857 |
| <i>Diámetro Torácico</i> | 104.00 | 104.00 | 102.80 | 105.30 | 101.30 | 1.1211 | 0.2110 |
| <i>Diámetro Abdominal</i> | 121.50 | 119.50 | 117.50 | 118.90 | 117.70 | 2.7672 | 0.9773 |
| <i>Diámetro al ijar</i> | 110.30 | 108.75 | 106.90 | 106.80 | 105.30 | 2.0022 | 0.9989 |
| <i>Longitud Nuca-cola</i> | 118.60 | 118.38 | 112.10 | 112.00 | 113.40 | 2.2510 | 0.0920 |
| <i>Ancho Ilion</i> | 22.60 | 21.50 | 21.20 | 22.90 | 20.40 | 0.6511 | 0.0502 |
| <i>Ancho Isquion</i> | 12.60 | 11.88 | 11.80 | 12.30 | 10.90 | 0.6847 | 0.4607 |
| <i>Largo Grupa</i> | 28.40 | 27.50 | 28.60 | 28.60 | 28.10 | 0.4401 | 0.4231 |
| <i>Ancho Tórax</i> | 25.00 | 24.75 | 24.70 | 24.70 | 24.20 | 0.3522 | 0.5926 |
| <i>Diámetro Men. MAI</i> | 20.00 | 20.13 | 19.90 | 20.90 | 19.80 | 0.2879 | 0.0632 |
| <i>Diámetro Carpo MAI</i> | 23.90 | 23.88 | 24.10 | 24.00 | 23.30 | 0.2638 | 0.2329 |
| <i>Diámetro Men. MPI</i> | 20.90 | 20.38 | 20.40 | 21.30 | 20.30 | 0.2754 | 0.0566 |
| <i>Diámetro Tarso MPI</i> | 28.70 ^{bc} | 27.88 ^a | 27.60 ^a | 28.20 ^{ab} | 28.00 ^c | 0.3402 | 0.0016 |

EEM, error estándar de la media; MAI, Miembro anterior izquierdo; MPI, miembro posterior izquierdo.

Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Para evitar sesgos con respecto a las medidas zoométricas finales se consideró como co-variable la medida inicial en los casos de diámetro torácico, diámetro abdominal, diámetro al ijar y diámetro del tarso, resultando únicamente el diámetro del tarso con diferencia significativa ($p < 0.05$), en estudios realizados por Ramírez *et al.* (2008), y Aguilar (2006) se obtuvo que los valores de dichas medidas fueron similares a las encontradas en este estudio. Por otro lado, la altura a la cruz, diámetro torácico, abdominal, al ijar, altura a la grupa, longitud nuca cola, ancho de ilion e isquion, largo de grupa, ancho de tórax, diámetro de menudillo del miembro anterior izquierdo, del carpo y del menudillo del miembro posterior izquierdo no se muestra diferencia significativa ($p > 0.05$).

En cuanto a la situación sanitaria de las becerras, (Cuadro 7) las enfermedades que se presentaron fueron neumonías, otitis, diarreas y traumatismos para los cuales se llevó a cabo un protocolo de tratamiento donde se utilizan diferentes fármacos dependiendo la gravedad de la enfermedad (ver Anexo 1), se observa que no hubieron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en los eventos sanitarios, aunque los tratamientos con ImmuPlus[®] 1 y 2 g no alcanzaron un evento promedio por becerro, mientras que el control placebo superó un evento por becerro en promedio, siendo las neumonías y otitis las enfermedades más recurrentes, observándose que la incidencia de problemas respiratorios es mayor a los diarreicos siendo contrario a lo reportado por González *et al.* (2012), quienes indican que hay una incidencia 5% menor de problemas respiratorios, mientras que es similar a lo reportado por Windeyera *et al.* (2014), indicando que los trastornos neumónicos tienen mayor incidencia que los diarreicos en esta etapa de la vida de las becerras, lo cual se debe a que en el establo donde se realizó la investigación todas las becerras contaron con refractómetros superiores a 5 indicando un buen calostreo y por consecuencia transferencia de inmunidad pasiva.

Los valores encontrados en este estudio acerca de una baja incidencia en problemas diarreicos coincide con lo observado por Delgado (2009), el cual afirma que la presentación de diarrea en las terneras va encaminado hacia el manejo de

las madres por medio de vacunación y cuidados durante periodo de transición comprendido por el secado y reto, además de que un mal manejo del calostro impide la inmunización adecuada de la becerria, siendo similar a lo indicado por Fortín y Perdomo (2009), ya que, los eventos diarreicos no se presentan en un caso de correcto calostreo, mientras que los neumónicos son de mayor incidencia debido a que se genera un complejo respiratorio multietiológico, en el cual la inmunidad pasiva no es eficaz.

Se observó que las otitis y las neumonía fueron los eventos sanitarios que implicaron mayor número de días en tratamiento, con la excepción del tratamiento de ImmuPlus® 1g donde se incluyó 1.20 días promedio para tratar otitis, mientras que para el control placebo en promedio se trataron 7.5 días, esto tiene una repercusión económica ya que es una reducción de fármaco utilizado por becerria. Como mencionan Gosselin *et al.* (2012), las otitis son enfermedades comunes en el ganado las cuales pueden ocurrir esporádicamente o como un brote, causando pérdidas económicas, los animales jóvenes de una semana a dieciocho meses de edad generalmente se ven afectados, y las complicaciones que pueden surgir de la afección incluyen enfermedades concomitantes como artritis y neumonía, crecimiento deficiente, meningitis, abscesos y signos neurológicos permanentes. Por tales complicaciones Bertone *et al.* (2015), indican que se han utilizado diferentes enfoques terapéuticos en terneros para el tratamiento de otitis, pero faltan estudios prospectivos que evalúen la eficacia de un protocolo.

Además, debido a que no hay medicamentos autorizados para el tratamiento de estos trastornos, activos contra *Mycoplasma* spp., en los terneros, la terapia óptima aún no se ha determinado y se requiere el uso de medicamentos extra-etiqueta, lo cual tiene lógica tomando en cuenta que en este experimento no se observaba una mejora inmediata de las becerras siendo una causa importante el protocolo curativo que se emplea en la crianza del establo.

Cuadro 7. Morbilidad y costos por tratamientos en becerras Holstein adicionales con ImmuPlus®

| | Control | Placebo | ImmuPlus® | | | EEM | P |
|--------------------------|---------|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| | | | 1 g | 2 g | 3 g | | |
| Número de eventos | | | | | | | |
| Neumonías | 0.50 | 0.75 | 0.60 | 0.20 | 0.50 | 0.1872 | 0.3444 |
| Diarreas | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.0466 | 0.4337 |
| Otitis | 0.30 | 0.63 | 0.20 | 0.50 | 0.50 | 0.1877 | 0.4781 |
| Traumatismos | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.0466 | 0.4337 |
| Nº eventos | 0.80 | 1.37 | 0.80 | 0.70 | 1.20 | 0.3290 | 0.4407 |
| Días en Tx | | | | | | | |
| Neumonías | 3.10 | 4.38 | 2.00 | 1.50 | 1.60 | 1.1466 | 0.4758 |
| Diarreas | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.1399 | 0.4337 |
| Otitis | 4.20 | 7.50 | 1.20 | 2.90 | 5.20 | 2.4634 | 0.3180 |
| Traumatismos | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.1399 | 0.4337 |
| Nº días | 7.30 | 11.87 | 3.20 | 4.40 | 7.40 | 2.6560 | 0.0649 |
| Costo por Tx | | | | | | | |
| Neumonías | 200.89 | 152.53 | 28.07 | 61.01 | 31.31 | 44.9796 | 0.5296 |
| Diarreas | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.69 | 11.5178 | 0.4337 |
| Otitis | 122.85 | 225.19 | 37.43 | 89.48 | 152.10 | 72.7948 | 0.3208 |
| Traumatismos | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.45 | 4.4084 | 0.4337 |
| Fluidos | 14.60 | 50.20 | 14.60 | 10.95 | 10.95 | 10.6022 | 0.4504 |
| \$ Total | 215.49 | 427.92 | 80.10 | 161.44 | 228.50 | 92.6836 | 0.0990 |

EEM, error estándar de la media.

Lo anterior tiene una importante relación en los costos por tratamiento denotando que en los niveles de ImmuPlus® el costo mayor promedio para tratar neumonías fue de \$61.01 mientras que para los controles es de \$200.89, ello se debe también a que el número de días en los cuales se incluyeron a las becerras de estos tratamientos fue menor. En cuestión de otitis los costos en los niveles de 1 y 2 g son menores en comparación con los controles, de igual modo sucede al comparar los costos totales de tratar las diferentes enfermedades que se presentaron durante el periodo de estudio, resultando en un beneficio económico

la utilización de una fórmula polihierbal (ImmuPlus®) como inmunoestimulante reduciendo el número de días que los animales entran a un protocolo curativo para enfermedades, Heinrichs (2011), establece que un buen control de la salud de la becerro ahorrará el costo de prácticas curativas y reducirá los costos de la crianza de reemplazos.

Para determinar la relación entre el peso final y las variables zoométricas se realizó una regresión lineal múltiple considerando las variables de diámetro torácico, abdominal, carpos, tarsos menudillo anterior y posterior, ancho de tórax, llión, isquion, ijar, longitud nuca cola, largo de grupa, altura a la cruz y grupa, dicho procedimiento fue mediante un análisis discriminante a través de un *steepwise*, dicho análisis se realizó a los animales controles y los tratados, por tal motivo fueron dos ecuaciones las que se obtuvieron debido a que los animales mostraron diferencias significativas en el peso inicial.

Con respecto a los pesos de las becerros en los tratamientos controles se obtuvo la siguiente ecuación:

$$PF = -89.4488 + 0.508635 * D. Abdominal (cm) + 1.17406 * D. Torácico (cm)$$

Para dicha ecuación solo fueron significativas la variable de diámetro torácico y abdominal con una R^2 de 82.61%, siendo significativa, por tal motivo dicha ecuación permite predecir con una certeza alta cómo se comportará el peso final.

Las medidas zoométricas obtenidas de las becerros sometidas a los diversos tratamientos con ImmuPlus® generaron la siguiente ecuación:

$$PF = -156.108 + 0.339543 * D. abdominal - 1.36658 * altura a la cruz + 1.67044 * altura a la grupa - 1.14537 * D. tarso + 1.93947 * D. torácico$$

Con estos animales se observó que fueron cinco variables significativas, siendo el diámetro torácico, abdominal, del tarso, altura a la cruz y a la grupa las que se relacionaron con el peso final, esto con una R^2 de 82.33%, sido significativa como modelo de predicción para el peso, por tal motivo para becerros al destete solo con obtener las medidas zoométricas se puede predecir el peso.

11. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que aunque no existió diferencia significativa en cuanto a los parámetros productivos, medidas zootécnicas y en número de eventos sanitarios de becerras Holstein con diferentes grados de inclusión de ImmuPlus[®], se observó una disminución en el número de días en que se introducía a tratamientos curativos a las becerras en los tratamientos de 1g y 2g de ImmuPlus[®], viéndose reflejado de manera positiva en los costos sanitarios de producción de reemplazos siendo una alternativa para disminuir el número de días y cantidad de fármacos utilizados para tratar enfermedades en los sistemas de producción intensivos de leche.

Se sugiere continuar con la investigación del uso de las formulas poliherbales en becerras ya que es un área crítica donde existe gran potencial para alternativas como el ImmuPlus[®] que favorezcan sanitaria y económica a los sistemas de producción.

LITERATURA CITADA

- Abril, R., (2015). Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la línea de bovinos enanos “Patúa” en una finca especializada en su cría en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de pregrado Universidad de las Américas. Facultad de ciencias de la Salud. Quito.
- Adams, D. (2007). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 5a ed. Chihuahua, México. Edit. Limusa, pp. 89-95.
- Aguilar, M. (2006). Crianza de becerras para reemplazos en ganado lechero de la raza Holstein (tesina de pregrado) Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Mich.
- Akyildiz, S., y Denli, M. (2016). Application of plant extracts as feed additives in poultry nutrition. Scientific Papers, 71.
- Almeyda, J. (2013). Manual de manejo y alimentación de vacunos-Parte I recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. Disponible en línea: <http://www.engormix.com/MA-ganaderialeche/nutricion/articulos/manual-manejoalimentacion-vacunos-t4664/141-p0>. [Consultado el 28/Febrero/2018].
- Almeyda, J. y Parreño, J. (2011). Guía técnica, Curso-Taller. Manejo integrado de ganado. Majes, Caylloma, Arequipa Perú. Pp. 1-46.
- Alonso, C., Blanco, J., y Mazzuchelli, F. (2010). Artritis sépticas en terneros, un problema con solución: Lavados articulares. Universidad Complutense de Madrid Disponible en: http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/2/cys_2_Artritis_septicas.pdf. Consultado: 13/03/2018].
- Altunar, J. (2017). Manejo del sustituto de calostro (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna División regional de ciencia animal. Torreón, Coahuila.

- Araujo, B., y Barberena, R. (2017). Evaluación del sistema de crianza intensivo de terneras con leche entera y el sistema convencional con lactoreemplazador. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. Disponible en <http://hdl.handle.net/11036/5984>.
- Arce, C., Aranda, M., Osorio, M., González, R., Díaz, P., y Hinojosa, A. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1).
- Arce, L., Benavides, P., Gutiérrez, L., y Monteagudo, C., (2016). Manual de calidad y propuesta de mejora para el proceso de recepción, almacenamiento y conservación de materia prima y producto terminado en la empresa Fracoes SA productora y comercializadora de aditivos para alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2583>
- Ardoino, S. M., Toso, R. E., Alvarez, H. L., Mariani, E. L., Cachau, P. D., Mancilla, M. V., y Oriani, D. S. (2018). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria*, 19(1).
- Armendáriz, M., Aguirre, L., Moreno, A., y García, O. (2017). Sistema de Producción Lechera en el Ejido los Llanos Municipio de Arteaga, Coahuila: un Estudio de Caso en la Lechería Familiar.
- Baca, P., (2017). Desarrollo de Becerras Lecheras Holstein Suplementadas Con Un Multivitamínico Comercial. (Tesis De Pregrado) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. División De Ciencia Animal. Torreón, Coahuila.
- Baek, J. (2012). Transición de la vaca lechera. Nuevos criterios nutricionales que desafían nuestros paradigmas. VI Congreso de conservación de forrajes y nutrición. 25 y 26 de octubre de 2012.

- Ballent, M. y Landi, H. (2006). Pubertad, peso vivo y desarrollo corporal en diferentes biotipos bovinos productores de leche. Universidad Nacional Del Centro, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: http://www.portalechero.com/ver_items_descrip.asp?wVarItem=589. [Consultado: 23/03/2018].
- Bartolomé, J. (2009). Endocrinología y fisiología de la gestación, y el parto en el bovino. Conferencia dictada en el Curso de Postgrado de Manejo Reproductivo en Bovinos Lecheros, organizado por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNCPBA (Vol. 25).
- Bertone, I., Bellino, C., Alborali, G. L., Cagnasso, A., Cagnotti, G., Dappiano, E., y D'Angelo, A. (2015). Clinical-pathological findings of otitis media and media-interna in calves and (clinical) evaluation of a standardized therapeutic protocol. *BMC veterinary research*, 11(1), 297.
- Bhatt K. (2012). *Ocimum Sanctum*: The Indian Medicinal plant. International Journal of Chemtech Applications Vol. 3; Issue 1; Page 53-57. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282335938_Ocimum_Sanctum_The_Indian_Medicinal_plant [consultado el 24 de junio de 2018].
- Blanco, O. (2007). Alimentación de becerras para lactancia. Memorias del Curso. Producción de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM
- Borell, J., Borell, S., Rincon, C., y Misra, S. (2000). Immunopotentiality by Alquernat ImmuPlus, a polyherbal formulation in broilers against Gumboro disease. *Indian Journal of Poultry Science* 2000 Vol.35 No.2 pp.181-183 ref.11
- Bueno, J., Isaza, G., Gutierrez, F., Carmona, W., y Pérez, J. (2013). Estudio etnofarmacológico de plantas usadas empíricamente por posibles efectos inmunoestimulantes. *Revista Médica de Risaralda*, 7(1).

- Campero, C., (2015). Perdidas perinatales y neonatales en terneros de rodeos de cría Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277956506_Perdidas_perinatales_y_neonatales_en_terneros_de_rodeos_de_cria [Consultado: 11/03/2018].
- Campos, R., Carrillo, A. F., Loaiza, V., y Giraldo, L. (2007). El Calostro: herramienta para la cría de terneros. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencia Animal.
- Canizal, E., (2011). Alteraciones genéticas en bovinos. Disponible en: http://www.ammveb.net/articulos/Alteraciones_geneticas.pdf. [Consultado: 09/03/2018].
- Carrasquilla, A., Chacón, A., Núñez, K., Gómez, O., Valverde, J., y Guerrero, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(8), 33-45.
- Carvajal, D., y Pérez, O., (2007). Evaluación de cuatro frecuencias de alimentación en ganado Holstein, en la comarca Lagunera, Las Lomas, Durango, México. Tesis de pregrado ZAMORANO Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
- Casas, M., y Canto, F., (2015). Cómo evaluar la calidad del calostro y la inmunidad de las terneras. Manuales INIA Chile. Instituto Investigaciones Agropecuarias (INIA), INIA Remehue, Chile
- Castro, P. y Elizondo, J., (2012). Crecimiento y desarrollo ruminal con terneros alimentados con iniciador sometidos a diferentes procesos. *Arg masoamer*. 23(2):343-3352.
- Cecchini, S., Paciolla, M., Caputo, A., y Bavoso, A. (2014). Antioxidant Potential of the Polyherbal Formulation "ImmuPlus": A Nutritional Supplement for Horses. *Veterinary Medicine International*, 2014, 434239. <http://doi.org/10.1155/2014/434239>.

- Chaparro, G., (2017). Crecimiento y salud de becerras lecheras con diferente régimen de alimentación. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna División Regional de Ciencia Animal. Torreón, Coahuila.
- Cho, K., Yoo, J., Han, C., Wang, V., Cooper, K., Schwartz, K y Engelken T., (2013). Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. *Vet. Microbiol.* 166:375-385.
- Choque, D. (2001). Análisis de parámetros zootécnicos y medidas zoométricas del ganado bovino Holstein en el CEAC. Resumen de trabajo de investigación. Universidad Técnica de Oruro.
- Compton, R., Heuer, C., Thomsen, T., Carpenter, E., Phyn, C., y McDougall, S. (2017). Invited review: A systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 100(1), 1-16.
- Dalal, R. (2017). Effects of supplementation of Amla (*Emblica officinalis*) fruit powder on growth performance, Meat quality and gene expression in broilers (Doctoral dissertation, LUVAS). Available in <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810037494>
- De Luca, L. (2006). La Vaca Seca, importancia el período de transición en la salud post-parto de las vacas de alta producción. pp. 1-10.
- Del Valle, M. (2000). La innovación tecnológica en el sistema lácteo mexicano y su entorno mundial. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, Miguel Ángel Porrúa.
- Delgado, G., (2009). Enfermedades digestivas en becerras lactantes. En memorias Sanidad y nutrición en la crianza de becerras. Del 9° congreso internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón, Coahuila. México.
- Delgado, R. (2000). Diarrea de las terneras en bovinos Holstein de la comarca lagunera. Memorias del IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios, A.C. Gómez Palacio, Dgo. Pag. 44-45.

- Delgado, R., González, V., Rodríguez, R., y Véliz, F., (2016). Prevalencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en becerras Holstein con diarrea en la Comarca Lagunera, México. *AGROFAZ*, 16(1). Pp. 57-64.
- Dhote, B., Singh, G., y Chauhan, R. (2005). Effect of immuplus (a herbal immunomodulator) on paraspecific immune responses in chicks. *ISAH Warsaw Poland*, 2, 60-65.
- Doblas, A., y Ruiz, J. (2015). Consideraciones en la recría de novillas lecheras (y II). *Albéitar: publicación veterinaria independiente*, (189), 24-26.
- Domínguez, P., Martínez, S., Jordán, A., Castañeda, M., Juárez, C., Fuentes, Á., y Haro, H. (2014). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000–2012. *Contaduría y administración*, 59(2), 253-275.
- Elizondo, A., y Sánchez, M. (2012). Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense*, 36(2).
- Elizondo, J., (2016). Importancia y Manejo del Calostro en el Ganado de Leche. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica.
- FAO (2015). Perspectivas alimentarias, disponible <http://www.fao.org/3/b-i4581s.pdf>
- Flores, B., Ruiz, F., Guerrero, M., y Romano, J., (2006). Respuesta productiva de becerros Holstein alimentados con alfalfa de diferente calidad y enzimas fibrolíticas en la etapa pre y pos destete. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 44(3), 313-328.
- Fortín, A., y Perdomo, J. (2009). *Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de*

- edad* (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- Gallo, J., (2017). Determinación de los costos de producción del periodo de levante de terneras de reemplazo en la hacienda los pinos urbina. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Carrera De Zootecnia. Riobamba, Ecuador.
- García, H. A. (2005). La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera. México.
- García, D., Cruz, C., Quezada, T., Silva, E., Valdivia, A., Vázquez, S., y Ramos, M., (2014). Prevalencia y factores de riesgo asociados a la infección por *Cryptosporidium* spp. en becerras lactantes en Aguascalientes, México. *Veterinaria México*, 1(1), 1-13.
- García, H., y García, C., (2015). Uso de los aditivos en la alimentación animal. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Ghahhari, N., Ghoorchi, T., y Vakili, S. (2016). Effect of adding herbs (*Ziziphora clinopodioides*, *Mentha spicata* and *Mentha pulegium*) in milk on performance, blood metabolites and fecal microbial population on Holstein calves. *Iranian Journal of Animal Science Research* Spring 2016, Volume 8, Number 1; Page(s) 57 To 71.
- Gil, E. (2017). Evaluación del confort térmico en bovinos en un sistema de lechería especializada del bosque húmedo montano bajo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).
- González, A., Rodríguez, H., y Nuñez G., (2012). Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGOFAZ*. 12(4): 1-7.

- González, C., y Omaña, M., (2006). Protocolos de Neonatología: Síndrome de distrés respiratorio neonatal o enfermedad de membrana hialina. *BOL PEDIATR* 2006; 46(SUPL. 1): 160-165
- González, R., González, J., Peña, B., Moreno, A., y Reye, J. (2017). Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerros de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Séptima Época. Año XXI Volumen 40 Enero–Junio 2017.
- Gosselin, V., Francoz, D., Babkine, M., Desrochers, A., Nichols, S., Doré, E., y Fecteau, G. (2012). A retrospective study of 29 cases of otitis media/interna in dairy calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 53(9), 957.
- Guerra, C., Erazo, L., (2015). Efecto de la duración del periodo seco sobre el comportamiento reproductivo pos parto en vacas lecheras. Zamorano, Honduras.
- Heinrichs, J. (2011). Análisis económico para reemplazo de vaquillas. Análisis económico para programas eficientes de reemplazo de vaquillas. Disponible en: <http://www.Extensión.org/pages/17587/análisis-economicopara-reemplazo-devaquillas>. [Consultado: 28/02/2018].
- Henao, R. (2001). Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 54(1 y 2), 1285-1302.
- Hernández, J., Zaragoza, A., López, G., Peláez, A., Olmedo, A., y Rivero, N. (2018). Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria. *Abanico veterinario* 8(1), 14-27.
- Juárez, M., Herman, E., Soto, A., Ávalos, D. A., Vilaboa, J., y Díaz, P. (2015). Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica*, 25.
- Khan, K. (2009). Roles of *Embllica officinalis* in medicine-A review. *Botany Research International*, 2(4), 218-228.

- Kim, C., Kim, J., Paik, I., y Kang, H., (2015). Effects of Increasing Supplementation of Lycii fructus and Glycyrrhiza uralensis Mixture in Diets on Growth Performance, Blood Parameter, Immune Response and Intestinal Microflora in Broilers. Korean Journal of Poultry Science, 42(2), 139-145.
- Kireev, I., Orobets, V., y Denisenko, T. (2017). Dynamic changes of immunoglobulin concentrations in cattle organism under conditions of oxidative stress. Veterinaria i Kormlenie.
- Kumari, J., Sahoo, P., Giri, S., y Pillai, B. (2004). Immunomodulation by 'ImmuPlus (Aqualmmu) in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Indian Journal of Experimental Biology Vol. 42, November 2004, pp. 1073-1077.
- Kumari, J., Sahoo, P., y Giri, S. (2007). Effects of polyherbal formulation 'ImmuPlus' on immunity and disease resistance of Indian major carp, *Labeo rohita* at different stages of growth Indian Journal of Experimental Biology Vol. 45, March 2007, pp. 291-298
- LACTODATA, (2018). Producción de leche. Información sobre el sector lechero. Disponible en: http://www.lactodata.info/docs/ind/lacto_ind_prod.pdf. [Consultado: 28/02/2018].
- Lagger J. (2010). Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/10-Crecimiento_Intensivo.pdf. [Consultado 2018 febrero 28].
- Lanuza, F. (2006). Crianza de terneros y reemplazos de lechería. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Centro Regional de Investigación Remehue, Chile, pp. 109-128.
- Lenis, Y., Maldonado, J., Carillo, D., Rodríguez, N., (2014), Reproducción de la vaca manual didáctico sobre la reproducción, gestación, lactancia y

bienestar de la hembra bovina, Edición: 1, Capítulo: 5, Publicado: Universidad de Antioquia, pp.97-129

- Lleonart, R., (2010). Malformaciones congénitas: consideraciones sobre su presentación fenotípica. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. Volumen 11 Número 04
- Love, J., Lehenbauer, T., y Gilmore, J. (2014). Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. JPeer. 1-25.
- Mahecha, L., Angulo, J., y Manrique, L., (2002). Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1).
- Maldonado, G. (2011). Evaluación De Agroempresas Lecheras Con Diferente Nivel Tecnológico En El Occidente Y Norte De México, Chapingo Estado De México.
- Marín, G., (2011). Sistemas De Producción Animal I. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. Caldas, Colombia.
- Meganck, V., Hoflack, G., y Opsomer, G. (2014). Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: a systematical review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. Acta Veterinaria Scandinavica, 56(1), 75.
- Mendoza, A., Caffarena, D., Fariña, S., Morales, T., y Giannitti, F., (2017). Manejo del calostro en el ternero recién nacido. Revista INIA - Nº 48.
- Mendoza, V., Vázquez, C., y Parra, R. (2012). Identificación de las causas de desecho en cinco establos lecheros de Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 42(3), 437-444.
- Mendoza, O. (2010). Frecuencia de criptosporidiosis en becerras lactantes de la cuenca lechera de Tijuana, Tesis de pregrado. Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna, División regional de ciencia animal. Coahuila México.

Mittal, J., Mohan, M. y Batra, A., (2014). *Tinospora cordifolia*: a multipurpose medicinal plant- A review. *Journal of Medicinal Plants Studies*, Volume: 2, Issue: 2. Pp: 32-47. ISSN: 2320-3862 Disponible en: www.plantsjournal.com [consultado el 10 de Mayo de 2018].

Monforte, M., Arjona, R., y González, M. (2006). Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Arch Latinoam Prod Anim*, 14(3), 105-114.

Morales, D., Pérez, B., y Botero, R., (2009). Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. Universidad Earth, Costa Rica. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/parametros-productivos-reproductivos-2009-t27793.htm>. [Consultado: 08/03/2018].

Morales, R., y Ramírez, J. (2014). Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. Osorno Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N°297, 11-48 pp

Morón, O., Huerta, N., Araujo, O., Milli, S., y Ormo, R. (1997). Efecto de la dieta sobre el desempeño biológico y económico de terneros. *Revista Científica. LUZ*, 7, 41-46.

National Animal Health Monitoring System (NAHMS). (2011). Dairy Heifer Raiser, 2011. US Dept. of Agric-Anim. and Plant Health Insp. Serv.-Vet. Serv., Ft. Collins, CO.

Ortiz, S., García, O., y Morales, T. (2005). Manual del participante. Manejo de bovinos productores de leche. Colegio de Postgraduados. pp 14-15.

Padrón, D. (2017). Salud y crecimiento de becerras lecheras lactantes suplementadas con un multivitamínico comercial.

- Perić, L., Žikić, D. y Lukić, M. (2009). Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6):387-397.
- Pomeón T, Boucher F, Cervantes F, y Fournier S. (2006). Las dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras mexicanas: Tlaxco, Tlaxcala y Tizayuca. *Agroalimentaria*;(22):49-64.
- Priyadarshini, M., Manissery, J., Mohan, C., y Keshavanath, P. (2012). Effect of ImmuPlus on Growth and Inflammatory Response to Freund's Complete Adjuvant in Common Carp, *Cyprinus carpio* (L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(2), 291-299.
- Quintero, G., (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros (Substitutes milkmen). *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 1695, 7504.
- Ramírez, J., Quiriagua, A., Rodríguez, T., y Torres, Y. (2008). Evaluación del peso vivo estimado con el uso de medidas corporales de becerros de doble propósito. *Scientific Magazine UDO Agrícola*, 8(1), 132-137.
- Ramírez, M., y Topete, P. (2010). Manual: Crianza De Becerras En Pastoreo. Universidad Autónoma Chapingo Departamento De Zootecnia
- Ravindran, V., (2010). Aditivos en alimentación animal: Presente y Futuro. XXVI Curso de especialización FEDNA. Madrid, España 4 y 5 de Nov. 2010.
- Rivas, J. (2005). Secado de la vaca lechera. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay. Capítulo, 2, 528-533.
- Roa, I., Smok, C., y Prieto, R. (2012). Placenta: anatomía e histología comparada. *International Journal of Morphology*, 30(4), 1490-1496.
- Rojas, M., y Walker, L., (2012). Malformaciones Congénitas: Aspectos Generales y Genéticos. *Int. J. Morphol.*, 30(4):1256-1265.
- Rutter, B., (2010). Neonatología bovina. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Sitio Argentino de Producción Animal.

Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto/06-Neonatologia.pdf.
[Consultado: 11/03/2018].

SAGARPA. (2000). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México. 66. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/20/sitlech99.pdf>.
[Consultado: 1/03/2018].

SAGARPA, (2003). Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Manejo%20productivo%20en%20las%20explotaciones%20lecheras.pdf>.
[Consultado: 1/03/2018].

SAGARPA, (2009). Escenario Base del Sector Agropecuario en México, Proyecciones 2009 – 2018. Perspectivas del Subsector Pecuario. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/EBespa%C3%B1ol300909.pdf>. [Consultado: 4/03/2018].

SAGARPA (2017). Panorama de la leche en México. Junio 2017. Disponible en: infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/B_leche_%20junio2017.pdf.
[Consultado: 1/03/2018].

Schilder, E. (2014). Análisis de costos en explotaciones lecheras de la región central Argentina con algunas comparaciones internacionales. Investigación Agraria Económica pp. 1-18.

Secretaría de Economía (SE), (2012). Dirección General De Industrias Básicas Análisis Del Sector Lácteo En México, Análisis Del Sector Lácteo En México. Marzo 2012. Disponible en: www.economia.gob.mx/.../industria.../informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf . [Consultado: 2/03/2018].

- Senger, L., (2005). Pathways to pregnancy and parturition. 2nd revised edition. Current Concepts Inc., Pullman, Washington, 99163-5625, USA.
- Serrano, A., (2009). Manejo de becerras en lactación hasta el destete". Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila Febrero.
- Serrano, A., y Díaz, F. (2009). Relación de medidas bovinométricas y medidas lineales de la ubre con producción de leche y con la edad al primer parto en vacas primerizas holstein en el" CIC Santamaría del Puyón de La Universidad de La Salle".
- Shakya, S. (2017). Effect of Herbs and Herbal Products Feed Supplements on Growth in Fishes: A Review. Nepal Journal of Biotechnology, 5(1), 58-63.
- Singh, G., Sharma, P. K., Dudhe, R., y Singh, S. (2010). Biological activities of *Withania somnifera*. Ann Biol Res, 1(3), 56-63.
- Technofeed México, (2018). Consulta en internet. Disponible en www.Technofeed.com.mx
- Tobón, I. (2015). Evaluación de la eficiencia de un alimento iniciador en terneras de tres fincas del trópico alto de Antioquia. Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista
- Traglia, A. (2017). Causas de mortandad en terneros con signos nerviosos. (tesis de pregrado) Facultad de Ciencias Veterinarias –UNCPBA. Tandil. Traglia, Agustina.
- Uddin, Q., Samiulla, L., Singh, V., y Jamil, S. (2012). Phytochemical and Pharmacological Profile of *Withania somnifera* Dunal: A Review. Journal of Applied Pharmaceutical Science 02 (01); 2012: 170-175.
- Uriel, E., y Manzano, J. A. (2002). *Análisis multivariante aplicado*. Paraninfo, Vol. 76: 270,271.

- Vera, C., Hiutzilhuítl, J., Cervantes, F., Palacios, M. I., Cesín, A., y Ocampo, J. (2017). Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: la difusión del modelo tecnológico Holstein. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(3), 259-268.
- Vergara, O., Botero, L., y Martínez, C. (2009). Factores ambientales que afectan la edad al primer parto y primer intervalo de partos en vacas del sistema doble propósito. *Revista MVZ Córdoba*, 14(1), 1594-1601
- Wattiaux, M., (2010). *Guía técnica lechera: Crianza de terneras y novillas*. Universidad de Wisconsin.
- Wattiaux, M., y Armentano, L. (2014). *Esenciales lecheras. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete*. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison.
- Windeyera, D., Leslie, K., y Goddend, S., (2014). Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive Veterinary Medicine* 113: 231-240.
- Zanton, G., y Heinrichs, J. (2010). Short communication: Analysis of milk yield and composition for dairy heifers limit-fed lower forage diets during the rearing period. *Journal of Dairy Science* 93:4730-4734

ANEXOS

Anexo 1. Protocolo sanitario utilizado en el área de crianza

| Padecimiento | Nivel | Medicamento | Dosis (ml) | Días Tx. |
|---------------|-------|-----------------------------|------------|----------|
| Digestivo | 1 | Bismuto | 20 | 1 |
| | 2 | Oxy-Jet | 5 | 3 |
| | 3 | Gentamicin 200 + Pecfloxin | 5,3 | 3 |
| | 4 | Gentamicin 200 + Depomycine | 5,10 | 3 |
| Respiratorio | 1 | Pecfloxin | 5 | 3 |
| | 2 | Depomycine | 10 | 3 |
| | 3 | Pecfloxin + Gentamicin 200 | 5,3 | 3 |
| | 4 | Gentamicin 200 + Depomycine | 5,10 | 3 |
| Otitis | 1 | Depomycine | 5 | 3 |
| | 2 | Basetyl | 5 | 3 |
| Traumatismo | 1 | Meloxi-Jet | 5 | 3 |
| | 2 | Napzin | 5 | 3 |
| Conjuntivitis | 1 | Tylan | 2 | 4 |

Anexo 2 variables significativas en la ecuación de regresión lineal múltiple de las becerras control

| Parámetro | Estimado | Error Estándar | T Estadística | P |
|--------------------|----------|----------------|---------------|--------|
| CONSTANTE | -89.4488 | 22.3465 | -4.00282 | 0.0012 |
| Diámetro abdominal | 0.508635 | 0.17793 | 2.85863 | 0.0120 |
| Diámetro torácico | 1.17406 | 0.280483 | 4.18584 | 0.0008 |

Anexo 3 variables significativas en la ecuación de regresión lineal múltiple de las becerras tratadas con ImmuPlus®

| Parámetro | Estimado | Error Estándar | T Estadística | P |
|--------------------|----------|----------------|---------------|--------|
| CONSTANTE | -156.108 | 34.6509 | -4.50515 | 0.0001 |
| Diámetro abdominal | 0.339543 | 0.121674 | 2.79059 | 0.0101 |
| Altura a la cruz | -1.36658 | 0.51311 | -2.66332 | 0.0136 |
| Altura a la grupa | 1.67044 | 0.613764 | 2.72164 | 0.0119 |
| Diámetro del tarso | -1.14537 | 0.532611 | -2.15048 | 0.0418 |
| Diámetro torácico | 1.93947 | 0.3641 | 5.32675 | 0.0001 |