



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

MAESTRÍA EN SALUD Y PRODUCCIÓN

ANIMAL SUSTENTABLE

**Relación entre los parámetros de crecimiento de la becerro y los
parámetros productivo y reproductivo a primera lactancia**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestro en Salud y Producción Animal Sustentable

Presenta

IAZ. Mario Alberto Salazar Salazar

Codirigido por:

Dr. Felipe de Jesús Ruíz López

Dr. Feliciano Milián Suazo

Querétaro, Qro., 11 Diciembre de 2019



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Relación entre los parámetros de crecimiento de la
becerra y los parámetros productivo y reproductivo a
primera lactancia

por

Mario Alberto Salazar Salazar

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Clave RI: CNMAC-272770



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable

Relación entre los parámetros de crecimiento de la becerro y los parámetros productivo y reproductivo a primera lactancia

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestro en Salud y Producción Animal Sustentable

Presenta

IAZ. Mario Alberto Salazar Salazar

Codirigido por:

Dr. Felipe de Jesús Ruíz López

Dr. Feliciano Milián Suazo

SINODALES

Dr. Feliciano Milián Suazo

Presidente

Dr. Felipe de Jesús Ruíz López

Secretario

Dr. Germinal Jorge Cantó Alarcón

Vocal

Dr. Héctor Raymundo Vera Ávila

Suplente

Dra. Marina Duran Aguilar

Suplente

Centro universitario, Querétaro, Qro.
Diciembre 2019
México

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir y de estar con una familia que siempre me ha apoyado y por darme la fuerza para seguir adelante.

A MI MADRE

Sra. Marcela Salazar Amado, por darme todo tu cariño, por estar ahí para darme todo tu apoyo y confianza incondicional te amo mamá.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Facultad de Ciencias Naturales Por la formación académica y profesional.

A mis profesores y asesores por todos los conocimientos y experiencias para formarme en mi parte de la vida profesionalmente.

A mi asesor Dr. Feliciano Milán Suazo, por su disposición y apoyo brindado durante mi estancia, y su tiempo dedicado a mi trabajo y sus consejos durante mi estancia.

A Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por la beca proporcionada para poder solventar mis estudios de maestría.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1. Importancia de los reemplazos en el sistema intensivo	4
2.1.1. Objetivo de los reemplazos en el sistema intensivo	4
2.1.2 Reposición de los reemplazos.....	5
2.1.3 Importancia de ingesta del calostro al recién nacido	6
2.1.4. Importancia de la inmunidad en el recién nacido	9
2.1.5. Factores que intervienen para obtener mayor transferencia de IG	10
2.1.6. Impacto de la baja transferencia en la salud de las becerras	10
2.1.7. Evaluación de la calidad del calostro	11
2.1.8. La prueba de refractometría como herramienta para medir la transferencia de inmunoglobulinas	12
2.1.9. Tratamiento del calostro contra agentes infecciosos.....	12
2.1.10. Factores que afectan el desempeño productivo de la vaca.....	13

2.1.11. Costos de las vaquillas.....	14
2.1.12. Manejo nutricional en el periodo lactante	14
III. HIPÓTESIS.....	18
IV. OBJETIVOS.....	19
4.1. Objetivo general.....	19
4.2. Objetivos específicos	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5.1. Ubicación de las unidades de producción.....	20
5.2. Manejo de las becerras en las unidades de producción	20
5.2.1. Recepción de la becerro.....	20
5.2.2. Alimentación de las becerras con calostro	20
5.2.3. Alimentación de las becerras con leche	21
5.3. Ganancias de peso a los días 60 y 70	21
5.4. Variables para utilizar	21
5.5. Análisis estadístico	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
6.1. Variables productivas en becerras de dos hatos lecheros en la Región lagunera	23
6.2. Becerras provenientes de dos hatos lecheros en la región lagunera..	24
6.3. Becerras nacidas por año.	24
6.4. Registro del tipo de parto.....	25
6.5. Becerras nacidas por mes	25
6.6. Horario de nacimiento de las becerras.	26

6.7. Parámetros de refractometría	26
6.8. Parámetros productivos y reproductivos de las vacas a primera lactancia de dos hatos lecheros de la Región Lagunera.	27
Cuadro 8. Promedio, desviación estándar e intervalo de confianza al 95% de las vacas consideradas en el estudio.	27
6.9. Relación entre indicadores de crecimiento de la becerrita y parámetros de la vaca a primera lactancia.....	28
VII. CONCLUSIONES	33
VIII. BIBLIOGRAFÍA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Componentes bioactivos del calostro	8
2	Indicadores de crecimiento en becerras de dos hatos lecheros de la Región Lagunera (n=7,566).	23
3	Número de becerras de acuerdo al origen (ranchos: Eucaliptos y Magueyes) en la Región Lagunera.	24
4	Nacimientos por año de becerras en dos hatos lecheros de la Región Lagunera.	24
5	Frecuencia del tipo de parto en becerras en dos hatos lecheros de la Región Lagunera.	25
6	Frecuencia de hora de nacimientos de las becerras en dos hatos lecheros de la Región Lagunera	25
7	Categorías de valores de refractometría del calostro proporcionado a becerras en dos hatos lecheros en la Región Lagunera	26
8	Parámetros productivos y reproductivos de las vacas a primera lactancia	27
9	Correlación de refractometría con indicadores de crecimiento	29

10	Correlación de refractometría con parámetros productivos	29
11	Correlación de refractometría con parámetros reproductivos	29
12	Promedio de las variables del análisis bivariado entre las variables de respuesta y la refractometría.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Histograma de becerras nacidas por mes de dos hatos lecheros en la Región Lagunera.	23

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue relacionar los parámetros de crecimiento con el comportamiento productivo a la primera lactancia. Se utilizó una base de datos de 7,556 becerras, en el cual el tipo de parto se presentó con 87% en parto normal, el 11.8% de parto distócico y 0.3% prematuras. El mayor número de partos se tiene en los meses de julio a diciembre, con el 61% de los nacimientos. El 58.7% nació entre las cinco am y las seis pm, el 16.5% entre las seis pm y las diez pm y el 24.1% entre las diez pm y las cinco am. La refractometría, como medida indirecta del nivel de inmunoglobulinas en el calostro, mostró que: 77% de las becerras recibió una concentración adecuada, 13.5% regular y 7.5% inadecuada. El promedio, la desviación estándar y el intervalo de confianza al 95% para las variables continuas fueron: Refractometría 6.0 ± 6.1 (6.0; 7.3 g/dl), peso al nacimiento 35.9 ± 5.1 (35.9; 36.1 kg), talla al nacimiento 74.9 ± 3.9 (74.8; 75cm), peso a los 60 días 73.8 ± 10.5 (73.5; 74.1 cm), talla a los 60 días 87.5 ± 4.9 (87.3; 87.6 kg), ganancia diaria de peso a los 60 días (0.82 ± 0.56) (0.80; 0.83 kg), peso a la salida de la jaula (83.5 ± 11.6) (83.2; 83.9 kg), talla a la salida de la jaula (90.5 ± 4.4) (90.3; 90.6 cm), ganancia diaria de peso a los 70 días (0.64 ± 0.19) (0.64; 0.65 kg), ganancia de peso a los 70 días (47.4 ± 10.4) (47.1; 47.7). Las variables más importantes obtenidas en los parámetros productivos y reproductivos son: Edad al parto (25.4 ± 52.9) (22.50; 28.21 meses), servicios por concepción (2.4 ± 1.87) (2.29; 2.50 servicios), edad a primera inseminación (12.83 ± 2.13) (12.71; 12.94 meses), promedio de leche (día) (28.28 ± 52.9 litros) (27.90; 28.50 litros), producción de leche a primera lactancia (9034 ± 2546 kg) (8898; 9197 kg), días en leche (319 ± 59.16 días) (316; 322 días), intervalo entre parto 12.7 ± 67.21 (12.6; 12.9).

Palabras clave: correlación, comportamiento productivo, vaquilla,

ABSTRACT

The objective of the present work was to relate calve's growth parameters with productive performance at first lactation. A database of 7,556 calves from two dairy farms was used. Eighty-seven percent of these calves came from, normal birth, 11.8% from dystocic, and 0.3% from premature births. The number of births was higher between July and December, 58.7%. Most births, 40.6% occurred between five am and ten pm. Refractometry, as an indirect measure of the level of immunoglobulins level in colostrum showed that: 7.5% of the calves received low concentration (<5), 13.5% (5 and 6), regular, and 77% appropriate (>6). The standard deviation and 95% confidence interval for continuous variables were: refractometry, 6.0 ± 6.1 (6.0; 7.3 g / dl), birth weight 35.9 ± 5.1 (35.9; 36.1 kg), calve size at birth 74.9 ± 3.9 (74.8; 75cm), weight at 60 days 73.8 ± 10.5 (73.5; 74.1 cm), high at 60 days $87.5, \pm 4.9$ (87.3; 87.6 kg). Daily weight gain a 60 days 0.82 ± 0.56 (0.80; 0.83 kg), weight at the exit of the cage 83.5 ± 11.6 (83.2; 83.9 kg), size at the exit of the cage 90.5 ± 4.4 (90.3; 90.6 cm), daily weight gain at 70 days 0.64 ± 0.19 (0.64; 0.65 kg), and weight gain at 70 days 47.4 ± 10.4 (47.1- ; -47.7). The most important productive and reproductive parameters were: age at birth 25.4 ± 52.9 (22.50; 28.21 months), services per conception 2.4 ± 1.87 (2.29; 2.50), age at first insemination 12.83 ± 2.13 (12.71; 12.94 months), average milk production (day) 28.28 ± 52.9 liters (27.90; 28.50 liters), milk production at first lactation 9034 ± 2546 kg (8898; 9197 kg), days in milk 319 ± 59.16 days (316; 322), interval delivery 12.7 ± 67.21 (12.6; 12.9).

Key words: breeding, calve, Holstein, cattle, La Laguna

I. INTRODUCCIÓN

De manera general en México, la producción de leche de bovino se lleva a cabo en condiciones diversas desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, donde los sistemas productivos se agrupan en tres grandes sistemas, clasificados principalmente en: intensivo, lechería familiar, y doble propósito. El sistema especializado se encuentra principalmente en áreas semiáridas y es caracterizado por hatos de vacas raza Holstein (Núñez *et al.*, 2009; Vera *et al.*, 2011).

El sistema intensivo de producción de leche se caracteriza por grandes hatos de ganado Holstein alimentados con forrajes irrigados, principalmente alfalfa, granos y subproductos. El equipo e instalaciones son especializados y la ordeña es mecánica. La producción de leche es aproximadamente de 8,000 kg/vaca/año con una duración promedio de 270 días en producción (Barrera y Sánchez, 2003; Núñez *et al.*, 2004; Villamar y Olivera, 2005). Según cifras del SIAP-SADER, durante el período 2018. La producción nacional de leche de bovino registró una tasa media de crecimiento de 1.7%. Según estudios realizados, representa el 80 % de toda la leche pasteurizada en México (Villareal *et al.*, 1998), Estadísticas del SIAP-(SADER, 2018) indican que la producción de leche de bovino en México para el 2018 fue de 12,008 millones de litros de leche, con un incremento del año anterior del 1.7%. De esta producción, la Región Lagunera aportó aproximadamente el 20%.

El inventario nacional del sistema nacional de agroalimentaria y pesquera, menciona que la población de ganado productor de leche alcanzó los 2,341,581 millones de cabezas (SIAP - SADER, 2018). Los estados donde se concentra la mayor producción de leche son Jalisco y Durango, con un 31.7%, la comarca lagunera destaca por su producción con alrededor de 490,876mil cabezas de ganado bovino especializado en la producción de leche, lo que equivale al 18.2% del total nacional (SIAP - SADER 2018). La producción de leche en la Comarca Lagunera en el 2018 fue de 2,448.5 millones de litros.

Uno de los problemas del sistema intensivo de producción de leche es el aumento en la tasa de desechos, ya que esto incrementa los costos de producción e impide que las vacas puedan expresar su potencial de producción que generalmente se alcanza en la tercera lactación (Brown *et al.*, 2005). Indican que en promedio las tasas de desecho de vacas lecheras en el sistema intensivo pueden llegar a ser muy altas; se ha reportado que hasta un 35% de las mismas se sustituyen cada año (Espinoza *et al.*, 2011). Por lo contrario, específicamente en Aguascalientes indican que en promedio se desechan del 33 al 42% de las vacas, ya sea por razones voluntarias o involuntarias, en cinco establos tecnificados, Vitela y colaboradores (2014) observaron una tasa de desecho del 28.5%. Esta demanda de vaquillas hace que la crianza de becerras sea una de las prioridades en las unidades de producción de leche.

El principal objetivo en la crianza de becerras es incrementar la probabilidad de que las vaquillas lleguen sanas al parto entre los 22 y los 24 meses de edad (Rodríguez *et al.*, 2012; Medina, 1994; Gabler *et al.* 2000). Se especifica que los costos de crianza de remplazos representan entre el segundo y el tercer lugar de los costos de producción de los establos, aunado a que los productores no ven el retorno de su inversión hasta que las vaquillas comienzan a producir (Tozer y Heinrichs, 2001; Heinrichs *et al.*, 2013).

Además de satisfacer la demanda de reemplazos, la crianza de becerras implica producir animales con un alto potencial de producción, por lo que el desarrollo de la ubre en este periodo es fundamental (Gelsinger *et al.*, 2016). Reportes recientes sugieren que la calidad y la cantidad de leche proporcionada a la becerro durante el crecimiento, así como varios otros factores sanitarios y de manejo, tienen un efecto sobre el desarrollo de tejido mamario y, por lo tanto, de la producción de leche (Grummer *et al.*, 1995; Kertz *et al.*, 1998).

Teniendo en cuenta que los parámetros productivos y reproductivos de las vacas dependen de su comportamiento durante el desarrollo como becerras, es importante conocer esta relación con el objetivo de buscar estrategias para obtener

una mejor vaca lechera desde el inicio de su vida productiva. Los sistemas de producción de leche intensivos demandan grandes cantidades de insumos y su rentabilidad depende de manera importante del comportamiento productivo de sus animales; conocer cómo influyen los parámetros de crecimiento de la becerrita sobre los parámetros productivos y reproductivos a primera lactación, permite perfeccionar y optimizar los métodos de crianza y manejo de las becerritas.

II. ANTECEDENTES

2.1. Importancia de los reemplazos en el sistema intensivo

La crianza exitosa de becerras puede definirse como: el alcanzar el tamaño de la cría con buena conformación corporal en una edad temprana. Para la producción de leche, el requisito previo más importante son becerras saludables para operar económicamente con éxito (Obeidat *et al.*, 2013).

En México no se han podido producir los reemplazos requeridos por los hatos lecheros debido a factores como una alta mortalidad perinatal (entre el 12% y el 16%) y una alta morbilidad (mayor al 40% y un menor al 47%). En hatos con manejos deficientes en la etapa de crianza, se presenta una mortalidad en la etapa de desarrollo entre 8 y 11% suponiendo su muerte a una deficiente inmunidad. Es importante resaltar que el costo de fallas en el manejo en la etapa de lactancia, por ejemplo, en la transferencia de inmunidad pasiva, no solo resulta en un incremento de mortalidad durante la vida temprana de la becerro, también se ha demostrado un bajo desempeño productivo y reproductivo (Wells *et al.*, 1996). Asimismo, se ha reportado que el patrón de crecimiento de la becerro influye directamente sobre la edad al primer servicio y sobre la edad y peso al parto (Place *et al.*, 1998). Afecta de manera negativa la producción de leche durante su primera lactación (Sejrsen *et al.*, 1997).

La implementación de programas para la alimentación de becerras es de una de las vías para lograr eficiencia en la producción de lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerro puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de su lactación, sino también en su producción futura de leche una vez que la becerro alcanza su edad adulta (Soberón *et al.*, 2012).

2.1.1. Objetivo de los reemplazos en el sistema intensivo

Si definimos crianza como aquellas etapas que van del nacimiento hasta el primer parto, su principal objetivo se debería centrar en producir los reemplazos

requeridos con un potencial genético superior a sus progenitoras y con tasa de desarrollo corporal adecuadas, que les permita expresar al máximo su potencial productivo y reproductivo, al menor costo económico (Place *et al.*, 1998).

El objetivo mencionado no siempre se logra en el sistema intensivo de producción de leche por lo que frecuentemente no se logra cubrir la demanda de reemplazos para mantener o hacer crecer el hato (Espinoza *et al.*, 2014).

La salud de la becerria, su crecimiento y su productividad dependen fuertemente de la nutrición y las prácticas de manejo en el establo. Existe una serie de factores que afectan el desempeño de la becerria desde su nacimiento hasta su primer parto (Rodríguez *et al.*, 2013). Durante la crianza, las becerrias enfrentan una serie de desafíos: el proceso de nacimiento, adquirir una cantidad adecuada de calostro de alta calidad, evitar enfermedades infecciosas, y el impacto de otros estresores como son el descorne y el destete, factores que incrementan las tasas de morbilidad y mortalidad. En varios estudios reportados por el USDA (2010). Se ha estimado que, de las becerrias nacidas vivas, un 7.8 % muere antes del destete. Cada becerria 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 *et al.*, 2010; Soberón *et al.*, 2012).

2.1.2 Reposición de los reemplazos

La reposición de vacas en producción representa de un 15 a un 20% del costo de la producción de leche en la mayoría de los rebaños lecheros de Los Estados Unidos de América (EE.UU.) (Heinrichis, 1993). De acuerdo con un estudio de Hoffman *et al.* (1996), los aspectos más importantes a considerar en una recría de becerrias son aquellos que afectan al desarrollo y la reproducción. Un crecimiento óptimo de las becerrias en una recría es aquel que les permite llegar a parir entre 21 y 24 meses de edad, con una talla entre un rango de 1.32 cm a 1.37 cm y con rango de peso 517kg a 587kg (Medina, 1994) que es permitirán expresar su potencial genético de producción y a un mínimo costo de mantenimiento (Heinrichis *et al.*,

1998). Un manejo adecuado es indispensable para que las becerras alcancen su madurez sexual a los 13 meses de edad y que queden gestantes antes de los 15 meses e iniciar una primera lactación antes o alrededor de los 24 meses de edad (Gardner *et al.*, 1988; Heinrichs, 1993). El proceso de crianza de becerras de reemplazo no brinda un ingreso económico para la unidad de producción hasta que la becerria llega a su primer parto e inicia su producción de leche, por lo que en muchas ocasiones se descuida su atención. Sin embargo, la inversión (y no el gasto) que representa la producción de reemplazos puede verse retribuida ampliamente cuando las vaquillas inician la producción de leche. Si se les brindan las condiciones correctas, contribuyen a mejorar los indicadores productivos y reproductivos de las unidades de producción. Se ha reportado que, para no tener efectos adversos sobre la producción de leche, la edad al primer parto de la becerria, debe estar entre los 22 y 24 meses (Zanton *et al.*, 2005).

El promedio de vida productiva de una vaca en los sistemas intensivos de producción es de 2.6 lactancias (Romero, 2005). Lo que implica una tasa de reposición de animales de un hato en alrededor del 25%. A pesar de las dificultades que presenta la crianza en cada unidad de producción, la meta principal en el sistema intensivo es de disponer cada año del número suficiente de vaquillas para reemplazar el 33% de las vacas de su hato; suponiendo un desecho promedio del 35%, este número permite un margen de selección de los animales al no utilizar todos los animales como reemplazos en el establo independientemente de su calidad genética (Giordano *et al.*, 2012).

2.1.3 Importancia de ingesta del calostro al recién nacido

El calostro bovino se define como la primera secreción producida por glándula mamaria después del parto, especialmente rica en anticuerpos, los cuales proveen a los becerros protección inmunológica durante las primeras semanas de vida (McGrath *et al.*, 2016). El calostro contiene elevados números de linfocitos, neutrófilos y macrófagos, además de factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol (Elizondo-Salazar, 2007). Estos factores juegan un papel

importante en la estimulación del desarrollo del tracto gastrointestinal y de otros sistemas en becerros recién nacidos, y además es la primera fuente de nutrientes después del nacimiento.

El calostro bovino es la principal y más importante fuente de inmunoglobulinas (IGS) y su absorción es esencial para proteger a las terneras contra infecciones intestinales que son la causa principal de su mortalidad durante las primeras semanas de vida (Wells *et al.*, 1996; Godden *et al.*, 2012).

La calidad nutritiva, de promoción del crecimiento e inmunológica del calostro bovino es importante para proveer inmunidad pasiva a los becerros. Este beneficio es crucial para la protección contra enfermedades infecciosas hasta que su propio sistema inmune madura, y también es importante para el crecimiento y maduración del sistema digestivo del recién nacido (Kelly, 2003).

Los efectos positivos a largo plazo de suministrar calostro de buena calidad incluyen: mayor ganancia diaria de peso a los 180 días (Robinson *et al.*, 1988), aumento de la producción de leche y la producción de grasa durante su primera lactación, la disminución del riesgo de eliminación durante su primera lactación (DeNise *et al.*, 1989; Faber *et al.*, 2005; Godden, 2008), la reducción de la edad a primer parto (Waltner-Toews *et al.*, 1986), el aumento en la ganancia diaria de peso pre - destete (Drackley, 2005; Soberón y Amburgh, 2011). Van el aumento en la eficiencia alimenticia (Jones *et al.*, 2004) y el aumento en el consumo de alimento pos-destete (Soberón y Van Amburgh, 2011).

Existen otros factores de crecimiento y hormonas que se presentan en grandes concentraciones en el calostro bovino, como son IGF-I, IGF-II, Lactoferrina, Prolactina, Insulina, Leptina, Relaxina, TGF α , TGF β , que probablemente estén relacionados con los efectos antes mencionados (Campos, 2000; Jaster, 2005; Elizondo, 2007; Campos *et al.*, 2007; Godden, 2008; Basurto, 2010; Biemann *et al.*, 2010).

La concentración de inmunoglobulinas calostrales disminuye rápidamente a los 2 o 3 días después del parto, lo que hace a los terneros susceptibles a las infecciones virales. La tasa de mortalidad provocada por diarreas es mucho más alta en terneros con niveles séricos bajos de inmunoglobulinas calostrales que en terneros con niveles adecuados. El fallo parcial o completo en la transferencia pasiva de inmunoglobulinas calostrales es el principal factor responsable de las enfermedades neonatales y de mortalidad en terneros (Gay *et al.*, 1988).

Un estudio demostró que los becerros con niveles bajos de proteínas séricas en sangre entre las 24 y las 48 horas de edad tienen el doble de probabilidad de morir en los primeros 56 días de edad. Existen numerosos factores por los cuales los terneros no consiguen niveles suficientes de anticuerpos calostrales, pero la calidad y la cantidad de calostro suministrado son dos factores importantes (Elizondo *et al.*, 2010).

Estudios reportan que, adicionalmente, el calostro contiene factores de crecimiento, hormonas, citosinas y factores antimicrobianos no específicos que favorecen el buen desarrollo de la becerro (**Cuadro 1**). El papel que estos factores de crecimiento y hormonas juegan es importante en la estimulación del desarrollo gastrointestinal y otros sistemas en la ternera recién nacida (Le Jan (1996) y Godden (2009)

Cuadro 1. Componentes bioactivos del calostro.

Nombre	Función	Cita
Insulina	Hormona	Le Jan (1996)
Cortisol	Hormona	Le Jan (1996)
TGF-β2 (Factor Transformador del crecimiento beta)	Factor de crecimiento	Godden (2009)
Lactoferrina	Antimicrobiano no específico	Godden (2009)
Lactoperoxidasa	Antimicrobiano no específico	Godden (2009)
Lisozima	Antimicrobiano no específico	Godden (2009)

2.1.4. Importancia de la inmunidad en el recién nacido

La falla en la transferencia pasiva (FTP) en becerras afecta a largo plazo su productividad, bajos niveles de IGs están asociados con decremento en la producción de leche en la primera y segunda lactación, y la tasa de desecho durante la primera (Faber *et al.*, 2005).

Es muy importante medir el grado de FTP para manejar correctamente a los becerros jóvenes. La inmunidad pasiva está determinada por la cantidad de calostro que consumen los becerros las primeras 24 h de vida, la calidad del mismo y la capacidad intestinal de absorber las IGs, La cuantificación del nivel total de proteínas con un dispositivo conocido como refractómetro es una alternativa para mejorar la medición de la proteína sérica, y así poder prevenir los problemas causados por la FTP (Morrill *et al.*, 2012).

La FTP o niveles bajos de inmunoglobulinas tienen impacto a largo plazo sobre la productividad, asociada con una disminución de producción de leche durante la primera y la segunda lactaciones, así como con una mayor tasa de desecho (Faber *et al.*, 2005). Medir el grado de transferencia de inmunidad pasiva a las becerras puede decir mucho acerca del nivel del manejo en su crianza.

Estudios recientes han mostrado consistentemente que la incidencia de enfermedades y muertes se ve afectada por la disminución de las IGs en las becerras inmediatamente después de nacer (Quigley, 1999).

Se han determinado los siguientes parámetros para usar las proteínas totales con el fin de evaluar el nivel de transferencia de inmunidad pasiva (Quigley, 1999; McGuirk, 2003).

> 5.5 g/dL: una transferencia exitosa de inmunidad pasiva.

5.0 a 5.4 g/dL: una transferencia medianamente exitosa de inmunidad pasiva.

< 5.0 g/dL: una transferencia incompleta de inmunidad pasiva

2.1.5. Factores que intervienen para obtener mayor transferencia de IgG

Para lograr una exitosa transferencia pasiva de las IgG, el becerro debe de primero consumir una cantidad suficiente de IgG del calostro, y luego ser capaz de absorber con éxito un volumen adecuado de estas moléculas son absorbidas en el intestino delgado (Robinson *et al.*, 1988). Los factores que afectan la cantidad de IgG consumida por el becerro son la calidad y el volumen del calostro, al tiempo que el principal factor que afecta la absorción de las moléculas de IgG en consumidas es la rapidez con la que se ofrece el calostro por primera vez después de su nacimiento (Lorenz *et al.*, 2011). También se ha sugerido que la presencia de bacterias en el intestino delgado podría interferir con la absorción de las IgG, provenientes del calostro (Stewart *et al.*, 2005).

Aunque se sabe que el calostro contiene una gran variedad de componentes inmunológicos y nutricionales, la concentración de IgG en el calostro ha sido considerada tradicionalmente como distintivo para la evaluación de la calidad de este producto, ya que la relación entre las concentraciones de IgG y la salud de las becerras se conoce mejor y las IgG abarcan más del 85% del total de las Inmunoglobulinas en el calostro (McCracken *et al.*, 2017; Quigley *et al.*, 1998). El calostro de alta calidad tiene una concentración de IgG >60 g/L (McGuirk y Collins, 2004) y puede variar drásticamente entre vacas. En un estudio las inmunoglobulinas del calostro registraron un promedio de 76 g/L, pero osciló entre 9 y 186 g/L para vacas Holstein (Elsohaby *et al.*, 2017). Algunos factores que afectan la calidad del calostro, como la raza o la edad de la madre, pueden estar fuera del control del ganadero (Godden, 2008).

2.1.6. Impacto de la baja transferencia en la salud de las becerras

El fracaso de la transferencia pasiva de anticuerpos es considerado como la principal causa de mortalidad en becerras lactantes. Concentraciones de IgG sérica menores a 10 g/L en terneros de 1 a 2 días de edad, tienen efectos perjudiciales sobre el incremento de peso y un aumento del riesgo de morbilidad y muerte en los

terneros durante el período pre - destete (Robinson *et al.*, 1988). Se ha encontrado que las concentraciones mayores 15 g/L de IgG, son necesarias para lograr un desempeño sanitario y productivo óptimo (Botero, 2013).

A pesar de que los factores inmunológicos presentes en el calostro son de vital importancia para una adecuada salud y un buen desarrollo de las becerras, la contaminación bacteriana puede opacar dichos beneficios (Stewart *et al.*, 2005). Las becerras recién nacidas están expuestas a un gran número de patógenos al nacimiento (Mashiko *et al.*, 2009). Estos agentes infecciosos pueden ocasionar enfermedades como enteritis y septicemia.

El mal manejo del calostro es uno de los factores clave que contribuyen a estas pérdidas excesivas (como un incremento de becerros enfermos y de la mortalidad), el Sistema Nacional de Monitoreo de Salud Animal en Estados Unidos de Norte América (USDA, 2002), observó que el 66.7% de las becerras muestreadas mostraban una excelente transferencia de inmunidad, 14.1% adecuadamente y 19.7% presentaron falla de transferencia.

2.1.7. Evaluación de la calidad del calostro

Para poder clasificar el calostro existen dos métodos que son el calostrómetro y el refractómetro de grados brix. El calostrómetro es un método moderno y sencillo que estima la densidad del calostro por su peso específico, así se cuantifica indirectamente el nivel de IgG presentes. El dispositivo cuenta con tres áreas marcadas con distintos colores, cada una correspondiente al nivel de inmunoglobulinas; el color verde representa un calostro de excelente calidad y una concentración de anticuerpos entre 60 a 140 mg/ml, el color amarillo corresponde a un calostro de calidad aceptable y una concentración de 20 a 50 mg/ml y el color rojo está relacionado con una mala calidad y una concentración de IgG menor a 20 mg/ml. Esta técnica requiere de la colecta de calostro en una probeta de 250 ml a la cual se introduce el calostrómetro dejándolo flotar, separando previamente la

espuma de la muestra para evitar lecturas falsas (Campos *et al.*, 2007; Godden *et al.*, 2009).

2.1.8. La prueba de refractometría como herramienta para medir la transferencia de inmunoglobulinas

Existen varias técnicas para medir la falla de transferencia de la inmunidad pasiva; la inmunodifusión radial y el ensayo de inmunoabsorción de enzimas ligadas a anticuerpos (ELISA) miden directamente la concentración de la inmunoglobulina G. En beceras recién nacidas la medición de los sólidos totales en el suero, la refractometría, la prueba de turbidez de sulfito de sodio, la prueba de turbidez de sulfato de zinc, la actividad de gamma-glutamilttransferasa en el suero, y la gelación de la sangre completa por glutaraldehído, pueden ser empleados para estimar la concentración de IgG indirectamente. Las pruebas anteriores requieren de más tiempo para su aplicación que la prueba de refractometría por lo que esta última es la de elección en los establos (Wallace *et al.*, 2006).

El refractómetro es un instrumento que mide el grado de refracción que sufre un haz de luz al pasar por un cristal y se emplea para la evaluación de proteína sérica en beceras. En el suero y en el calostro, a mayor contenido de proteína, mayor cantidad de luz que será refractada de su trayectoria original (Quigley, 1998). En lugar de medir la cantidad de IgG en el suero, el refractómetro mide la cantidad total de proteína en el suero. En beceras recién nacidas, usualmente hay una correlación entre la proteína total y la cantidad de IgG en la sangre, debido a que la mayor parte de proteína consumida en el calostro es IgG. La correlación entre la proteína sérica total y la IgG en beceras de 24 horas de edad aproximadamente 0.71, esto significa que cerca de 50% de la variación en la proteína total de la sangre en beceras puede ser atribuida a la fracción de IgG.

2.1.9. Tratamiento del calostro contra agentes infecciosos

Recientemente ha habido un creciente interés en la alimentación con el calostro pasteurizado para reducir la transmisión de patógenos infecciosos en los

becerros, sin embargo, las primeras investigaciones sobre la pasteurización del calostro, utilizando métodos convencionales y la temperatura para pasteurizar leche, arrojó resultados menos aceptables (Domínguez, 1997; Stabel, 2001; Stabel, 2004; Stewart, 2005; Godden *et al.*, 2006). La pasteurización resultó en el espesamiento o coagulación entre leve y severa del calostro, en una reducción de hasta un 32% en la concentración de inmunoglobulina de G (IgG) en el calostro, y redujo las concentraciones séricas de IgG en los becerros que fueron alimentados con calostro pasteurizado (Godden *et al.*, 2012; Stabel *et al.*, 2004).

Recientemente se ha determinado, que este problema puede ser resuelto mediante el uso de un sistema que funcione con temperatura más bajas y por más tiempo para hacer el tratamiento térmico del calostro. En la mayoría de las situaciones, el tratamiento térmico del calostro a 60°C por 60 minutos en un pasteurizador comercial de lotes o tandas, debería ser suficiente para mantener las concentraciones de IgG, mientras que elimina patógenos importantes como, *Listeria monocytogenes*, *E coli*, *Salmonella enteritidis*, *Mycobacterium avium ssp* y *Paratuberculosis* (Stewart *et al.*, 2005; McMartin *et al.*, 2006; Godden *et al.*, 2006)

2.1.10. Factores que afectan el desempeño productivo de la vaca

Existen una serie de factores que afectan el desempeño de las vacas al primer parto. La alimentación en la vida temprana de la becerro puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también la producción futura de leche una vez que la becerro alcanza su edad adulta (Heinrichs y Coleen, 2002; Soberón *et al.*, 2012). Un estudio que evaluó el efecto de eventos ocurridos durante los primeros meses de vida en 1,200 vaquillas sobre la producción de leche durante la primera lactación, reveló que las becerros que presentaron infecciones respiratorias durante su lactancia produjeron en promedio 492 KG de leche menos que las que no padecieron infecciones. Este mismo estudio reveló que hay una asociación positiva significativa entre la ganancia de peso durante la lactancia y la producción en la primera lactación en la que por cada kilo

adicional de ganancia diaria de peso durante la lactancia se produjeron 888 KG más durante su primera lactación (Soberón *et al.*, 2012).

Un estudio reciente para evaluar el efecto que tiene la alimentación durante la lactancia sobre en la producción de leche en la primera lactación mostró que animales que recibieron una mayor cantidad de leche durante los primeros meses de vida produjeron 1,331Kg, más de leche que las becerras que recibieron cantidades normales de leche. El efecto durante el segundo año disminuyó a 342 Kg de leche. Finalmente, la alimentación líquida en los primeros 60 días se ha relacionado con crecimiento del hígado y de la glándula mamaria (Drackley *et al.* 2007).

2.1.11. Costos de las vaquillas

Los costos en vaquillas están influenciados por una serie de situaciones, las unidades de producción con altos niveles de morbilidad y de mortalidad aumentan los costos por las vaquillas, el pobre crecimiento de las vaquillas que va a primer parto, tienen tasas mayores de desecho, todo incrementa los costos de la cría, 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 (Heinrichs, 2001).

Los costos de producción de una vaquilla a los 24 meses varían de acuerdo a las unidades de producción y al país, dado que existen diferencias en la calidad del ganado, como la genética y los costos de alimentación. Los costos de vaquillas en México oscilaban alrededor de los 1,850 dólares, en Canadá entre 1,523 y 1762 dólares, en Irlanda 1,762 dólares, en Reino Unido, 1,990 dólares y en Estados Unidos de América, de 2,200 a 2,300 dólares (Sterry, 2017).

2.1.12. Manejo nutricional en el periodo lactante

La alimentación de la becerro en su etapa de vida temprana puede afectar no solamente su desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación

liquida, sino también la producción futura de leche una vez que la becerro alcanza su edad adulta (Blanco, 2007).

El NRC (1989) recomienda una ganancia diaria de peso en becerros lactantes con un promedio de promedio de 700 g/d para razas grandes de vaquillas en crecimiento, en el caso de las vaquillas Holstein, para que estas entren al parto entre 22 y 24 meses de edad deben alcanzar una GDP mínima de 820 g/d. (Kertz *et al.*, 1997), encontraron que la GDP de las vaquillas Holstein de 3 a 12 meses de edad podía acelerarse hasta 1,000 g/d, sin exceso de grasa. (Van Amburgh *et al.*, 1998), demostraron que el rendimiento de la primera lactancia se optimiza con un peso corporal pos-parto de 550 Kg, de una manera que será posible obtener vaquillas al parto a edades tempranas sin disminución en la producción de leche durante la primera lactancia. Datos de la Universidad de Cornell y de la Universidad de Illinois en EE. UU. Indican que el promedio de ganancias diarias de 900 a 1000 g/d se pueden lograr desde su inicio de su lactancia hasta su pubertad (Dracley *et al.*, 2008).

El desarrollo temprano y adecuado del rumen asegura la salud y la productividad futura de la becerro, así como el beneficio económico para los productores (Naeem *et al.*, 2012), ya que el epitelio del rumen es el responsable de varias funciones fisiológicas como protección, absorción, transporte y metabolismo de ácidos grasos de cadena corta, que son los principales proveedores de energías en los rumiantes (Baldwin *et al.*, 2004).

La alimentación durante su etapa lactante, y el estado de salud, principalmente durante los tres meses de vida juegan un papel importante en la productividad de la hembra bovina destinada a la producción de leche. Ante este problema, la forma más común en control de las enfermedades es a través del uso de antibióticos incorporados a los alimentos balanceados de los animales, en cantidades sobre terapéuticas para estimular el crecimiento y mejorar la conversión alimenticia (Caja *et al.*, 2003).

Al nacimiento, el rumen se encuentra sin desarrollar físicamente y, fisiológicamente no es funcional (Khan *et al.*, 2011). Tiene capacidad para aproximadamente dos litros, no contiene microorganismos, las papilas ruminales, así como la actividad muscular y la habilidad de absorción, no se encuentran funcionalmente desarrolladas (Moran, 2002; NRC, 2001). Posteriormente, durante las primeras semanas de vida, en el rumen ocurren cambios físicos y adaptaciones metabólicas, incluidos cambios en el tamaño del rumen, tamaño y funcionalidad de las papilas ruminales y desarrollo del tejido muscular (Van Soest, 1994). Así, el desarrollo del sistema digestivo de las becerras puede dividirse en tres etapas (BAMN, 2001).

Pre ruminal. Etapa en que los nutrientes se obtienen principalmente de la digestión realizada por el abomaso e intestinos. Puede durar hasta la segunda o tercera semana de vida, dependiendo de la edad en la que comienza a ofrecerse el concentrado iniciador.

Transición. Inicia una vez que las becerras comienzan a consumir concentrado, ya que empieza la producción de ácidos grasos volátiles (AGV). Durante esta etapa los nutrientes se obtienen de la digestión realizada por abomaso y en menor grado en el rumen, el cual a un es completamente funcional, la duración de esta etapa continuara mientras se siga alimentando con leche a la becerria.

Ruminal. Es esta etapa la mayor parte de los nutrientes provienen de la fermentación de los carbohidratos en el rumen.

La alimentación de las becerras solo con leche o sustitutos de leche no se recomienda por que eleva los costos y puede ser insuficiente para proporcionar los nutrientes requeridos por el animal para mantener una tasa de crecimiento adecuado, y un estado de salud y bienestar adecuado. Cuando además de la leche se ofrece un concentrado iniciador de alta calidad (18 -22% PC y TNT%) desde los primeros días de vida (3 – 5), se estimula el desarrollo del rumen (Heinrichs *et al.*, 2003; Wattatiux. 2005). No obstante que el consumo de alimento es mínimo durante

la primera semana de vida, propicia un desarrollo incipiente cuya consecuencia es en las semanas subsecuentes el consumo se incrementa.

Después de que se comienza a ofrecer concentrado iniciador, el desarrollo de las papilas ruminales toma aproximadamente 21 días (Heinrichs *et al.*, 2007). La suplementación temprana con concentrado iniciador promueve el desarrollo del rumen mediante la estimulación del proceso de fermentación, por lo tanto, la producción de AGV (Naeem *et al.*, 2012).

III. HIPÓTESIS

Los factores de crecimiento de las becerras tienen un efecto significativo sobre el comportamiento productivo y reproductivo en la primera lactancia.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de los parámetros de crecimiento de la becerras Holstein lactante sobre sus parámetros productivo y reproductivo de la vaca a primera lactancia.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de crecimiento de las becerras
- Relacionar los resultados de refractometría sanguínea con los parámetros de crecimiento de las becerras.
- Determinar los parámetros de producción de la vaca a primera lactancia
- Determinar la relación entre los parámetros de crecimiento de la becerras y los parámetros productivo y reproductivo de la vaca a primera lactancia.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación de las unidades de producción

Este trabajo se realizó en dos unidades de producción localizadas en la región lagunera en el municipio de Gómez Palacio en el Estado de Durango que se encuentra localizado en la región semi desértica del norte de México, con una altitud de 1100 msnm, entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' y 103° 10' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Las unidades de producción utilizadas tienen un sistema intensivo, con un total de 2,063 vientres en producción, con un promedio de 38.2 litros y el otro con 777 vientres en producción con un promedio de 35.3 litros diarios.

5.2. Manejo de las becerras en las unidades de producción

5.2.1. Recepción de la becerra

Al momento del nacimiento, la becerra se identifica con el número de la madre, se hace la desinfección del ombligo con tintura de yodo al 7%, se lleva a su jaula donde permanecerá por 70 días durante su lactancia. La becerra se pesa y se mide al inicio de esta etapa y a los días 30, 60 y 70. Esta información se registra en una base de datos de un sistema integral de manejo de becerras donde además se registra la hora de nacimiento, el número de la madre, el nombre del padre, el peso al nacimiento y la talla a la cruz, el tipo de parto y a las 48 horas se registra la refractometría del calostro. La información productiva y reproductiva que se genera en las unidades de producción se registra en el programa AFIMILK. Inicialmente la información se generó en archivos de Excel, y para el manejo y el análisis estadístico se utilizó SPSS versión 22 y SAS.

5.2.2. Alimentación de las becerras con calostro

Al nacimiento y antes de las dos horas se proporcionan a la becerra 4 litros de calostro pasteurizado con biberón. Si la becerra no acepta el biberón, el calostro se

aplica a través de una sonda. El calostro se pasteuriza por 60 minutos a 60°C, con un periodo de enfriamiento a 22°C. Posterior a la pasteurización, el calostro se congela. Cuando se le va a proporcionar a la becerro, el calostro se descongela en un baño maría a una temperatura constante de 55°C por 45 minutos.

5.2.3. Alimentación de las becerros con leche

La alimentación líquida de las becerros durante su lactancia consiste en proporcionarle a partir de las 18 horas de edad dos tomas (7 y 17 hrs) de leche pasteurizada. La cantidad de leche es proporcional a la edad: de 1 a 20 días, 3 litros am y 3 litros pm, del día 21 al 45, 4 litros am y 4 litros pm, del día 46 al 55, 5 litros am y 5 litros pm, del día 56 al día 60, 2.5 litros solamente por la mañana, donde se inicia un destete gradual. El concentrado se ofrece a las becerros a partir del día 10, donde se les proporcionan 80 gr por día, y conforme va consumiendo más concentrado los aumentos son graduales hasta alcanzar la cantidad de 4 kilogramos por día a la edad 60 días. El consumo de agua es libre acceso desde el segundo día de edad.

5.3. Ganancias de peso a los días 60 y 70

Para obtener la ganancia de peso a los 60 días, al peso al destete se le resta el peso al nacimiento y se divide entre 60. Algo similar se hace para obtener el peso a los 70 días. Toda esta información se registra en la base de datos.

5.4. Variables para utilizar

Las variables de las becerros incluidas en el estudio fueron: refractometría (g/d/L), como método de evaluación de la calidad del calostro, Peso al nacimiento (kg), Talla al nacimiento (cm), peso a los 60 días (kg), talla a los 60 días (cm), ganancia diaria de peso hasta los 60 días (gr), talla a la salida de jaula (cm), ganancia diaria de peso los 70 días (gr), ganancia de peso a los 70 días (kg), y peso a la salida de jaula (kg).

Las variables más importantes de la vaca a primera lactancia fueron:

Edad a primera inseminación (meses), servicio por concepción (numero), edad a primer parto (meses), días en leche, promedio de leche, producción de leche a primer parto, intervalo entre partos, días secas a primer parto.

5.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en dos partes. En la primera se hizo una descripción de las variables a través de cuadros de frecuencia, gráficas y medidas de tendencia central y de dispersión. Posteriormente, a través de un análisis bivariado de correlación se determinó la relación entre cada una de las variables de la becerria con los parámetros productivos y reproductivos de la vaca a la primera lactancia. Finalmente, con las variables de mayor valor de correlación en el análisis bivariado se elaboró un modelo de regresión múltiple para determinar el efecto de las diferentes variables explicativas con la variable productiva o reproductiva de respuesta: producción a primera lactancia, servicios por concepción, días abiertos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Variables productivas en becerras de dos hatos lecheros en la Región lagunera

En el cuadro 1 se muestra el descriptivo de los indicadores de crecimiento de las becerras consideradas en el estudio. Todos los promedios están dentro de los rangos reportados en la literatura como óptimos, solo ganancia de peso y ganancia de peso a los 70 días estuvieron por encima de los parámetros reportados

Cuadro 2. Indicadores de crecimiento en becerras de dos hatos lecheros de la Región Lagunera (n=7,566).

Variable	Promedio	Desviación estándar	95 % IC	Min	Max	Referencia
Refractometría (g/dL)	6.1	0.73	6.0 – 6.1	3.6	9.8	5.6 – 6.4
Peso al Nacimiento	36.1	5.2	36.0– 36.3	21	50	38 - 40
Talla al Nacimiento (cm)	75.2	3.9	75.1 – 75.3	60	89	75 - 80
Peso 60 días (Kg)	73.7	104	73.48–74.1	40	103	73 - 80
Talla 60 días (cm)	87.4	4.9	87.3 – 87.6	63	104	81 - 94
Ganancia peso diaria 60 días (gr)	800	650	0.80 – 0.86	100	333	650 - 800
Talla salida jaula	83.5	11.6	90.3 – 90.5	70	105	88 - 95
Ganancia Diaria a 70 días (gr)	670	190	0.66 – 0.68	480	110	570 - 650
Ganancia peso 70 días (Kg)	47.3	104	47.0 – 47.6	-48	101	35 - 40

Peso salida jaula (Kg)	83.5	11.6	83.2 -83.8	50	18	80 - 90
-------------------------------	------	------	------------	----	----	---------

6.2. Becerras provenientes de dos hatos lecheros en la región lagunera.

El 77.5% (= 5,835) de las becerras en el estudio vinieron del rancho de los eucaliptos y el 24% (n= 1,683) del rancho los Magueyes (Cuadro 2).

Cuadro 3. Numero de becerras de acuerdo con el hato lechero de origen (Eucaliptos y Magueyes) en la Región Lagunera

Origen	Cantidad	%
Eucaliptos	5,835	77.5
Magueyes	1,683	22.4
Total	7,529	100

6.3. Becerras nacidas por año.

El número de nacimientos por año fue constante, entre el 15.2% (n=1,154) en el 2012 y el 18% (n=1,488) en el 2016. En el 2011 el porcentaje de nacimientos fue el más bajo, 10.6% (n= 796).

Cuadro 4. Nacimientos por año de becerras en los dos hatos de la Región Lagunera incluidas en el estudio.

Año	Cantidad	%
2011	796	10.6
2012	1,154	15.3
2013	1,390	18.5
2014	1,366	18.1

2015	1,322	17.6
2016	1,488	18.8
Total	7,521	100

6.4. Registro del tipo de parto

El 87% (n=6,665) de las becerras nacieron de parto normal, el 12.2% (n=915) fue de parto distócico, y el 0.3% fueron clasificados como prematuros (Cuadro 4).

Cuadro 5. Frecuencia del tipo de parto en becerras en dos hatos lecheros de la Región Lagunera incluidas en el estudio.

Tipo de parto	Cantidad	Porcentaje %
Distócico	915	12.2
Normal	6,665	87.2
Prematuro	23	.3
Total	7,529	100

6.5. Becerras nacidas por mes

Los meses con alta tasa de partos en las unidades de producción se encuentra entre los meses de julio, con una cantidad de (n=738), agosto (n=754) septiembre (n=747), octubre (n=809) y en noviembre disminuye con (n=629). En diciembre aumenta en número (n=784) (Histograma 1).

El principal objetivo es determinar la cantidad de becerras nacidas por mes en los hatos lecheros.



Figura 1. Histograma de becerras nacidas por mes de los hatos lecheros en la región lagunera considerados en el estudio.

6.6. Horario de nacimiento de las becerras.

El 58.7% (n=4,416), el mayor porcentaje de nacimientos, se presentaron entre las 5:01 am y las 6:00 pm, y el 16.5% (=1,240) nacieron entre las 6:01 pm y las 10:00 pm. El 24.1% (=1,811) nació entre las 10:01 pm y las 5:00 am (Cuadro 6).

Cuadro 6. Hora de nacimiento de las becerras consideradas para el estudio.

Turno (hora)	Cantidad	%
(5:01 am – 6:00 pm)	4,416	58.7
(6:01 pm –10:00 pm)	1,240	16.5
(10:01 pm – 5:00 am)	1,811	24.1
Total	7,529	100

6.7. Parámetros de refractometría

El 77% (7,329) de las becerras tuvieron una refractometría exitosa, el 13.5% (1,016) tuvieron una refractometría regular y el 7.5% (566) tuvieron una refractometría incompleta de inmunidad pasiva.

Cuadro 7. Valores de refractometría del calostro proporcionado a las becerras del estudio.

Refractometría	Cantidad	%
<5.0 g/dL	566	7.5
5.0 a 5.5 g/dL	1,016	13.5
>5.6 g/dL	5,797	77.0
Total	7,329	100

6.8. Parámetros productivos y reproductivos de las vacas a primera lactancia de dos hatos lecheros de la Región Lagunera.

Cuadro 8. Promedio, desviación estándar e intervalo de confianza al 95% de las vacas consideradas en el estudio.

Variable	Prome- dio	Desviación estándar	95 % IC	Min	Max	Referencia
Edad a primera inseminación (meses)	12.83	2.13	12.71-12.94	11	28	13 - 15
servicios por concepción (número)	2.4	1.87	2.29 – 2.50	1	11	<2
Edad a primer parto (meses)	25.4	52.9	22.50 28.21	21.05	34.41	24 - 25

Promedio de leche (L)	28.28	5.47	27.90–28.50	16.50	44.06	305
Producción de leche a primera lactancia (kg)	9034	2546	8896 - 9171	1642	22078	12000-14000
Días en leche	319	59.16	316 - 322	211	657	305
Días secas a primer parto (días)	67.11	14.72	66.31–67.90	40	139	60
Intervalo entre partos (meses)	12.7	67.21	380 - 387	40	139	<14

6.9. Relación entre indicadores de crecimiento de la becerro y parámetros de la vaca a primera lactancia.

Un análisis posterior mostró que no existe correlación significativa ($P>0.05$) entre ninguna de las variables consideradas en el estudio con la producción de leche a primera lactancia, lo que sugiere que esta variable está influenciada por otras variables no incluidas en el estudio.

Cuadro 9. Correlación de refractometría con indicadores de crecimiento

	Refractometría (r)	Peso al nacimiento	Talla al nacimiento	Talla a 60 días	Peso a 60 días	Ganancia diaria de peso
Refractometría	1	-.005	.006	.087	.030	.013
Peso al nacimiento	.005	1	.850	.047	.127	-.082
Talla al nacimiento	.006	.850	1	.058	.116	-.042
Talla a 60 días	.087	.047	.058	1	.122	-.902
Peso a 60 días	.030	.127	.116	.116	1	.988
Ganancia diaria de peso	.013	-.083	-.042	-.042	.968	1

Cuadro 10. Correlación de refractometría con parámetros reproductivos

	Refractometría (r)	Edad a primer parto	Numero de inseminaciones a primer parto	Intervalo entre parto	Edad a primer servicio
Refractometría	1	.029	-.053	.039	.151
Edad a primer parto	-.029	1	.021	.0.50	.042
Numero de inseminaciones a primer parto	-.053	.021	1	.781	.405
Intervalo entre parto	-.039	.050	.781	1	1.000
Edad a primer servicio	.151	.042	.405	1.000	1

Cuadro 11. Correlación de refractometría con parámetros productivos

	Refractometría (r)	Días en leche	Producción de leche	Promedio de leche
Refractometría	1	-.021	-.016	.003
Días en leche	-.021	1	.720	.055
Producción de leche	-.016	.720	1	.722
Promedio de leche	-.003	.055	.722	1

Cuadro 12. Promedio de las variables del análisis bivariado entre las variables de respuesta y la refractometría.

Variable	Muestra	Promedio	Desviación estándar	Min	Max	Valor P
Refractometría	493	5.76	0.45	4	6.4	----
GDP 60	439	0.64	0.16	280	1160	0.15 N/S
GDP 70	475	0.67	0.15	150	1150	0.08 N/S
DEL 1er Parto	493	314	54.17	210	510	0.07 N/S
Producción	493	9131	22.65	3600	16800	0.11 N/S
Edad 1 parto	493	23.18	1.17	21.6	29.4	0.33 N/S
Inter parto	493	383	55.39	312	587	0.9 N/S

El análisis bivariado mostró que no existe relación lineal entre la refractometría y las variables de repuesta significativa ($P > 0.05$) entre ninguna de las variables consideradas en el estudio con la GDP 60, GDP 70, DEL 1er parto, producción, edad al 1er parto e inter parto, lo que sugiere que esta variable está influenciada por otras variables no incluidas en el estudio.

El indicador de la proteína sérica en suero mediante el uso de refractómetro que se utiliza como estimación de la concentración de inmunoglobulina en suero es una prueba sencilla para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva (Pritchett *et al.*, 1994; McGuirk *et al.*, 2004). Estos autores propusieron un valor de referencia de 5.5 g/dL. Estudios realizados por González *et al.*, (2012); Elizondo – Salazar y Heinrichs (2008) donde suministraron cuatro litros de calostro pasteurizado en becerras, se obtuvo un valor de referencia similar al anterior (7.71 g/dL), por lo tanto, estos valores concuerdan con el valor obtenido por dicho resultado concuerda con el actual estudio donde nuestro indicado (6.1 g/dL), está por arriba del parámetro estimado.

El promedio con relación de la transferencia de inmunidad indica, que 21% de las becerras obtuvieron una falla en la transferencia de inmunidad, y se observó un 79% de éxito en la transferencia de inmunidad. Los valores por debajo de 5.5 g/ de IgG se considera como una falla de transferencia pasiva de inmunidad Mc Guirk y Collins, (2004), sugieren que una meta sería 80% de las becerras evaluadas con la

prueba del refractómetro alcancen o superen el punto de referencia (5.5 g/dL) de proteína sérica. Valores similares obtenidos por Ochoa, (2017), donde se determinó la proteína sérica como variable para determinar la transferencia de inmunidad pasiva, donde el 1.2% de las becerras evaluadas presentaron una falla de transferencia y el 98.8% de éxito.

Con referencia a los valores de proteína sérica en el presente estudio los valores oscilan desde (4 hasta 9.4 g/dL) respectivamente a diferencia del estudio realizado por Vargas – Villalobos *et al.*, (2014). En la Región Huetar de Costa Rica, donde obtuvieron que la concentración de proteína sérica en sangre en terneras de lechería con edades entre 1 a 7 días de edad de nacidas, donde ellos consideraron una falla de transferencia en la adquisición de inmunidad pasiva cuando la concentración de proteína sérica fue menor de (5.5 g/dL). En estudio realizado por Trotz–Williams *et al.*, (2006). En Ontario en granjas lecheras donde obtuvieron muestras de 422 terneros de 1 a 8 días de edad, donde sus valores oscilaban a partir de (3.2 hasta 8.0 g/dL). Diversos estudios indican que hasta un 35% a un 40% de las terneras presentan falla de transferencia pasiva.

La ganancia diaria de peso en becerras lactantes, como un indicador de crecimiento se recomienda de 820 g/d. Kertz *et al.*, (1987). Deccarett *et al.*, (1993) obtuvo resultados de 1,000 g/d, sin verse afectada su primera producción de leche. En el presente estudio en las becerras presentaron ganancias similares a los de los 800 g/d. Estos indicadores de crecimiento se han encontrado por Benítez *et al.*, (2011); González *et al.*, (2016). Reportan ganancias diarias de 607 g/d en becerras lactantes. Núñez *et al.*, (2009). Encontraron en estudios realizados en la Región Lagunera que los promedios de ganancia de peso diaria 478 g/d. Keown *et al.*, (1986); Van Amburgh *et al.*, (1998), han demostrado que el rendimiento de leche a primera lactación se optimiza obteniendo ganancias diarias óptimas. Zanton y Heinrichs (2005). Mencionan que la tasa de crecimiento de novillas Holstein post-destete a la pubertad está relacionado cuadráticamente con la producción de leche, con una producción máxima de vaquillas que crecen 799 gramos/ día

Los pesos al nacimiento de las becerras Holstein en los sistemas intensivos de leche están entre los rangos 37.2 a 45 kg, de peso con una altura de 75.0 a 78.0 cm (Romero, 2005); (Medina, 2008). En el presente estudio las becerras recién nacidas de la raza Holstein oscilan entre los rangos de 21 kg a 50 kg, con un promedio de 36.1 kg y de altura al nacimiento entre los rangos de 60 cm, como mínimo y máximo de 89kg con un promedio de 75.2 cm al nacimiento peso al nacimiento y 75 cm de altura, estos parámetros se encuentran dentro de los resultados que obtuvo en Hoffman, (1996); Montoya, (2016) reporto peso al destete de 78.2 a 83.9 kg, y de altura a la cruz de 87 a 88 cm al destete, en el cual suministro 6 litros de leche pasteurizada dividida en dos tomas al día, destetando a los 57 días de edad, comparado con los resultados de actual trabajo no se encuentra una diferencia notoria.

Los parámetros productivos en la Región Lagunera en vacas Holstein han encontrado que el promedio a la edad al primer parto es de 25.4 ± 2.7 meses y los servicios por concepción es de 2.3 ± 0.3 , edad a primer servicio es de 16.4 ± 2.5 Núñez *et al.*, (2009); Rodríguez *et al.*, (2011). Comparado con nuestro resultado donde los resultados fueron, edad a primer parto 22.5 ± 28.21 , servicios por concepción 2.29 ± 2.50 y edad a primer servicio es de 12.71 ± 12.94 , diversos autores Van Amburgh *et al.*, (1994); Hoffman, (1996). Han demostrado que la edad al parto puede ser reducida a los 22 meses de edad sin influencias negativas en la su primera lactación, y sus efectos positivos productivos y reproductivos.

VII. CONCLUSIONES

No se observó diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre las variables explicativas consideradas en el estudio y la producción de leche a primera lactancia; no obstante, los valores de estos parámetros están dentro de los rangos reportados en la literatura.

Los indicadores de crecimiento de las becerras durante el proceso de lactancia, no se vieron influenciados de manera significativa pues los factores de manejo del sistema productivo fueron un elemento que participan de manera importante en los resultados.

En análisis bivariado demostró que no existe relación lineal entre la refractometría y las variables de repuesta significativa ($P>0.05$) entre las variables consideradas en el estudio con la GDP 60, GDP 70, DEL al 1er parto, producción, edad al 1er parto e inter parto, lo que sugiere que esta variable está influenciada por otras variables no incluidas en el estudio.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Baldwin, R. L., McLeod, K. R., Klotz, J. L., Heitmann, R. N. (2004). Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. *J. Dairy Sci.* 87: E55-E65.
- BAMN. (2001). A guide to colostrum and colostrums management for dairy calves. Arlington (VA): American Feed Industry Association.
- Barrera, G., Sánchez, C. (2003). Programa nacional estratégico de necesidades de investigación y de transferencia de tecnología. SNITT. SAGARPA. 205 pp.
- Basurto, V. (2010). Manejo del Calostro en Becerras. URL: <http://cofocalec.org.mx/admin/uploads/files/MANEJO%20DEL%20CALOSTRO%20EN%20BECERRAS.pdf>. Citado el 02 de octubre 2017.
- Benítez, I. E. R. (2011). Evaluación del crecimiento y el desempeño reproductivo y productivo de novillas Holstein en el departamento de Sonsonate de el Salvador. Tesis licenciatura. Facultad de ciencias agronómicas.
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S., Leslie, K. E. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93 (8):3713-3721.
- Blanco, O.M.A. (2007). Alimentación de becerras para la lactancia. Producción de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Botero, J. (2013). Manejo perfecto del calostro. En Memorias de DIGAL día internacional del ganadero. Chihuahua, Chihuahua. Pp. 119-127.
- Caja, G., González, E., Flores, C., Carro, M. D., Albanell, E. (2003). Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. Avances en nutrición y alimentación animal. Fira de Barcelona, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 193-214.
- Campos, M. (2000). Determinación de la actividad sérica de la enzima gammaglutamiltransferasa como indicadora del consumo de calostro en terneros. Tesis de grado Licenciado en Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. 31pp.
- Campos, R., Carrillo, A., Loaiza, V., Giraldo, L. (2007). El Calostro: Herramienta para la Cría de Terneros. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Departamento de Ciencias Animales. 12 pp.

- Daccarett, M.G., E.J. Bortone, D.E. Isbell, J.L. Morrill, and A.M. Feyerherm. (1993). Performance of Holstein heifers feed 100% or more of National Research Council requirements. *J. Dairy Sci.* 76:606-614.
- Denise, S.K., Robinson, J.D., Stott, G.H., Armstrong, D.V. (1989). Effects of passive immunity on subsequent production in Dairy Heifers. *J Dairy Sci.* 72 (2):552-554.
- Domínguez, E., Pérez, M.D., Calvo, M. (1997). Effect of heat treatment on the antigen-binding activity of anti peroxidase immunoglobulins in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 80:3182-3187.
- Drackley, J. K. (2008). Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1): 55-86.
- Drackley, J. K. 2005 Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. Chapter 12 in “Calf and heifer rearing: Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving”. Nottingham Univ. Press. P.C.
- Elizondo-Salazar, J. A. (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana.* 18 (2): 271-281.
- Elizondo-Salazar, J. A. (2007). Importancia del calostro en la crianza de terneras. *ECAG-Infoma.* 40:53-55.
- Elizondo-Salazar, J. A., and Heinrichs, A. J. (2008). Heat treating bovine colostrum. *The Professional Animal Scientist*, 24 (6): 530-538.
- Elizondo-Salazar, J. A., Heinrichs, A. J. (2008). Review: Heat treating bovine colostrum. *The Professional Animal Scientist.* 24 (6): 530-538.
- Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., Heinrichs, A. J. (2010). Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin g concentration. *J. Dairy Sci.* 93 (3): 961-967.
- Elsohaby, I., J. T. McClure, M. Cameron, L. C. Heider, and G. P. Keefe. 2017. Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers. *J. Dairy Sci.* 100:1427–1435.
- Espinosa, M.M.A., Estrada, C.E., Barretero, H.R., Rodríguez, H.E., Escobar, R, M.C. (2014). Crianza de becerras para sistemas familiares de producción de leche. Folleto para productores No. 1 INIFAP – CENID Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Querétaro, México.

- Espinosa, M.M.A., Montiel, O.L.J. (2011). Indicadores de crecimiento y desarrollo de la crianza de vaquillas de reemplazo. *Ganadero*, (XXXVI): 94–102.
- Faber, S. N., Faber, N. E., McCauley, T. C. (2005). Case Study: Effects of Colostrum Ingestion on Lactational Performance 1. *The Professional Animal Scientist*. 21 (5):420-425.
- Gabler, M. T., Tozer, P. R., Heinrichs, A. J. (2000). Development of a Cost Analysis Spreadsheet for Calculating the Costs to Raise a Replacement Dairy Heifer¹. *J. Dairy Sci.* 83 (5):1104-1109.
- Gardner, R. W., Smith, L. W., Park, R. L. (1988). Feeding and management of dairy heifers for optimal lifetime productivity. *J. Dairy Sci.* 71 (4):996-999.
- Gay, C.C., Beseer, T.E., Pritchett, L.C., Hancock, D.D., Wikse, S. (1998). Avoidance of Passive Failure in calves. *Proceedings of the 20th Annual convention of the American of Bovine Practitioners*. Phoenix, AZ.pp.118-120.
- Gelsing, S. L., Heinrichs, A. J., Jones, C. M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance¹. *J. Dairy Sci.* 99 (8):6206-6214.
- Giordano, J. O., Kalantari, A. S., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., and Cabrera, V. E. (2012). A daily herd Markov-chain model to study the reproductive and economic impact of reproductive programs combining timed artificial insemination and estrus detection. *J. Dairy sci.* 95 (9). 5442-5460.
- Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food*
- Godden, S. M., D. J. Smolenski, M. Donahue, J. M. Oakes, R. Bey, S. Wells, S. Sreevatsan, J. Stabel, and J. Fetrow. (2012). Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 95:4029-4040.
- Godden, S. M., D. M. Haines, and D. Hagman. 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding commercialcolostrum³¹ replacer. *J. Dairy Sci.* 92: 1750-1757.
- Godden, S. M., D. M. Haines, K. Konkol, and J. Peterson. (2009). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *J. Dairy Sci.* 92:1758-1764.
- Godden, S. M., Smolenski, D. J., Donahue, M., Oakes, J. M., Bey, R., Wells, S., Fetrow, J. (2012). Heat-treated colostrum and reduced morbidity in

- preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 95 (7):4029-4040.
- Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., Stabel, J., Bey, R., Gjoyal, S., Metzger, L., Fetrow, J., Wells, S., Chester Jones, H. (2006). Heat treatment of bovine colostrum. II. Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. *J. Dairy Sci.* 89:3476-3483.
- González, A. R., González, A. J., Peña, R.B.P., Moreno, R. A and Reyes, C.J.L (2016). Crecimiento y supervivencia de becerras lactantes suministrando diferente cantidad de calostro pasteurizado. *AGROFAZ. Volumen 16 (1)* 37 46.
- González, A. R., Rodríguez, H. k and Núñez, H. G. (2012). Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ. Volumen 12. (4)* 1-7.
- Grummer, R. R., Hoffman, P. C., Luck, M. L., Bertics, S. J. (1995). Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows. *J. Dairy Sci.* 78 (1): 72-180.
- Heinrichs, A. J. (1993). Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.* 76:3179-3187.
- Heinrichs, A. J. (2001). Análisis económico para programas eficientes de reemplazo de vaquillas. Penn state, Pennsylvania, USA.
- Heinrichs, A. J., and Losinger, W. C. (1998). Growth of Holstein dairy heifers in the United States. *J. Animal Sci.* 76(5), 1254-1260.
- Heinrichs, A. J., Coleen, J. M. (2002). Feeding the newborn dairy calf. Special Circular 311. Penn State. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Pennsylvania State University.
- Heinrichs, A. J., Jones, C.M. (2003). Feeding the newborn calf. Penn state's college of Agriculture Sciences. Pennsylvania State University. 23pp.
- Heinrichs, A. J., Jones, C.M., Heinrichs, P.A., Comelisse, S. A. and Goodiling, R. C. (2013). Identifying efficient dairy heifers' producers using production costs and data envelopment analysis. *J. Dairy Sci.* 96: 7355-7362.
- Heinrichs, A. J.,and C.M. Jones. (2007). Early weaning strategies. Penn State Extension. In:[http://extencion.psu.edu/animals/dairy/health/nutrition/calves/feeding/ealy - weaning-strategies](http://extencion.psu.edu/animals/dairy/health/nutrition/calves/feeding/ealy-weaning-strategies).

- Hernández, K. R., Hernández, G. N., Avalos, R. G., and Ochoa, E. (2012). Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la región lagunera.
- Hoffman, P. C., Brehm, N. M., Price, S. G., Prill-Adams, A. (1996). Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 79 (11):2024-2031.
- Hoffman, P. C., Brehm, N. M., Price, S. G., Prill-Adams, A. (1996). Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 79 (11):2024-2031.
- Jaster, E. H. (2005). Evaluation of Quality, Quantity, and Timing of Colostrum Feeding on Inmunoglobulin G1 Absorption in Jersey Calves. *J. Dairy Sci.* 88: 296-302.
- Jones, C.M., James, R.E., Quigley, J.D., McGillard, M.L. (2004). Influence of pooled colostrum or colostrum replacement on IgG and evaluation of animal plasma in milk replacer. *J. Dairy Sci.* 87:1806-1814.
- Kelly, G. S. (2003). Bovine colostrums: A review of clinical uses. *Altern Med Rev.* 8 (4):378-394.
- Keown, J.F., and B.W. Everett. (1986). Effect of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield. *J. Dairy Sci.* 69:1891-1896.
- Kertz, A. F., Barton, B. A., Reutzell, L. F. (1998). Relative Efficiencies of Wither Height and Body Weight Increase from Birth until First Calving in Holstein Cattle¹. *J. Dairy Sci.* 81 (5):1479-1482.
- Kertz, A.F., Prewitt, L.R., Ballam, J.M. (1987). Increased weight gain and effects on growth parameters of Holstein heifer calves from 3 to 12 months of age. *J. Dairy Sci.* 70:1612 -1622.
- Khan, M. A., Weary, D. M., Von Keyserlingk, M. A. G. (2011). Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94 (3):1071-1081.
- Le Jan, C. (1996). Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity: a review. *Vet Rec.* 27 (4-5):403-417.
- Lorenz, I.J., Mee, B. Earley and S.J. More. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Vet J.* 64:2-8.

- Mashiko, T., Nagafuchi, S., Kanbe, M., Obara, Y., Hagawa, Y., Takahashi, T., Katoh, K. (2009). Effects of dietary uridine 5'-monophosphate on immune responses in newborn calves. *J Anim Sci.* 87(3), 1042-1047.
- McCracken, M. M., Morrill, K. M., Fordyce, A. L., Tyler, H. D. (2017). Evaluation of digital refractometers to estimate serum immunoglobulin G concentration and passive transfer in Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 100 (10): 8438-8442.
- McGrath, B. A., P. F. Fox, P. L. McSweeney, and A. L. Kelly. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: A review. *J. Dairy Sci. Technol.* 96:133–158.
- McGuirk, S. M. (2003). Solving calf morbidity and mortality problems. In American Association of Bovine Practitioners, 36th Annual Conference.
- McGuirk, S. M., and Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3): 593-603.
- McGuirk, S.M., Collins, M. (2004). Managin the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet Clinc North Am Food Anim Pract.* 20: 593 – 603.
- McMartin, S., Godden, S. L., Metzger, J. Fertag, R.Bey, Stabel, S.Goyal, J, Fetrow, S. Wells and Chester – Jones, H. (2006). Heat treatment of bovine colostrum. I: effects of temperature on viscosity and inmunoglobulin G level. *J. Dairy Sci.* 89: 2110-2118.
- Medina, C.M. (1994). *Medicina Productiva en la Crianza de Becerras Lecheras*, 1ª Ed, México DF: Uteha-Limusa.
- Medina, CM. (2008). Crianza de becerras para reemplazo, proyecto nacional de capacitación para la competitividad de la producción de leche de bovino en México. Querétaro, Qro.
- Montoya, S. A. (2016). Consumo de concentrado iniciador y crecimiento de becerras bajo diferente régimen de alimentación con leche pasteurizada. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Moran, N. A. (2002). Microbial minimalism: genome reduction in bacterial pathogens. *Cell.* 108 (5):583-586.
- Morrill, K. M., Conrad, E., Polo, J., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J., et al. (2012). Estimate of colostrum immunoglobulin G concentration using refractometry without or with caprylic acid fractionation. *J. Dairy Sci.* 95 (7):3987-3996.

- Naeem, A., Drackley, J. K., Stamey, J., Looor, J. J. (2012). Role of metabolic and cellular proliferation genes in ruminal development in response to enhanced plane of nutrition in neonatal Holstein calves¹. *J. Dairy Sci.* 95 (4):1807-1820.
- National Research Council. (1989). Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. Rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.
- Núñez, H. G. Ortega, R.L., Echeverría, M.S. Bores, Q.J. Romero, P.J., Castañeda, M.O., Romero, P.J., Vázquez, G.R., Vega, M.V.E., Romano, M.J.L., Vega y Murgía, C.A. (2004). Análisis, perspectiva y sustentabilidad de la ganadería nacional. Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp. 81-108.
- Núñez, H. G., Díaz, A. E., Espinosa, G. J. A., Ortega, R. L., Hernández, A. L., Vera, A. H. R., Medina, C. M. and Ruiz, L. F. J. (2009). Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. Libro técnico No. 23. Centro de Investigación Regional Golfo Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Obeidat, B.S., Cobb, C. J., Sellers, M.D., Pepper-Yowell, A. R., Earleywine, T.J., Ballou, M.A. (2013). Planeo f nutrition during the preweaning period but not the grower phase influences the neutrophil activity of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 96 (11): 7155 – 7166.
- Ochoa, L. V.A. (2017). Transferencia de inmunidad pasiva en becerras alimentadas con calostro pasteurizado. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Place, N. T., Heinrichs, A. J., Erb, H. N. (1998). The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *J. Dairy Sci.* 81: 1004-1009.
- Pritchett, L. C., Gay, C. C., Hancock, D. D., and Besser, T. E. (1994). Evaluation of the hydrometer for testing immunoglobulin G1 concentrations in Holstein colostrum. *J. Dairy Sci.* 77(6):1761-1767.
- Quigley, J. (1999). Milk replacer ingredients and labels. Calf notes URL: <http://www.calfnotes.com>. Citado el 10 de febrero 2018.
- Quigley, J. D., Drewry, J. J. (1998). Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre-and postcalving. *J. Dairy Sci.* 81(10): 2779-2790.

- Robinson, J.D., Stott, G.H, and DeNise, S.K. (1988). Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci.* 71:1283 – 1287.
- Rodríguez, H. K., González, A, R and Núñez, H, G. (2013) Pasteurización del calostro. Folleto para productores No. 2. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329156132_Pateurizacion-del_calostro
- Rodríguez, H. K., Núñez, H.G., González, R.A., Ochoa, E.M., Sánchez D. J. (2012). Factores críticos del Proceso de Crianza que Afectan la Edad al Primer Parto en Establos de la Región Lagunera. *AGROFAZ*. Vol. 12. Núm. 4.
- Romero, ATH. Como comprar vaquillas de reemplazo. (2005). URL: <http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgZooG007.pdf>. Citado el 22 de mayo 2018.
- SAGARPA, (2015). Situación actual de la producción de leche de bovino en México. pp. 7-40. URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/20/sitlech99.pdf> Citado el 22 de mayo 2018.
- Sejrsen, K., and Purup, S. (1997) Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *J. Anim. Sci.* 75:828-835.
- SIAP Servicio de información agropecuaria y pesquera. (2018). Panorama de la leche en México. pp 1-12. URL: http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20leche_Diciembre2017.pdf. Citado el 22 de mayo 2018.
- SIAP Servicio de información agropecuaria y pesquera. Resumen de la producción pecuaria por estado. SAGARPA. México. (2014). URL: <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/>. Citado el 15 marzo 2018.
- Soberon, F. E. Raffrenato, R.E. Everett, W., Van Amburgh, M.E. (2012). Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W. and Van Amburgh, M. E. (2011). Early life management and long term productivity of dairy calves. Department of Animal Science at the New York State College of Agriculture and Life

Sciences (A Statutory College of the State University of New York) Cornell University, 217.

- Stabel, J.R., Hurd, S., Calvente, L., Rosenbusch, R.F. (2004). Destruction of *Mycobacterium paratuberculosis*, *Salmonella* spp., and *Mycoplasma* spp. in raw milk by a commercial on farm high-temperature, short-time pasteurizer. *J. Dairy Sci.* 87:2177-2183.
- Sterry, R. (2017). Extensión UW para actualizar los costos de reposición de lácteos en 2017. URL: <http://www.wisconsinagriculturist.com/dairy/uw-extension-update-dairy-replacement-raising-costs-2017>. Citado el 7 de junio 2018.
- Stewart, S., Godden, S., Bey, R., Rapnicki, P., Fetrow, J., Farnsworth, R., Ferrouillet, C. (2005). Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 88(7), 2571-2578.
- Tozer, P.R., and A. J. Heinrichs. (2001). What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple – component analysis. *J. Dairy Sci.*84: 1836 – 1844.
- Trotz-Williams, L. A., Leslie, K. E., Peregrine, A. S. (2006). Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *J. Dairy Sci.* 91 (10): 3840-3849.
- USDA (United States Department of Agricultura). (2002). Part I: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2002. USDA: APHIS: VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System. Fort Collins, CO. #N377.1202.
- USDA-NAHMS. (2010). Heifer calf health and management. Practices on U.S. Dairy Operations. USDA- APHIS-VS-CEAH. Fort Collins, CO. #550.0110.
- Van Amburgh, M. E., and Galton, D. M. (1994). Accelerated growth of Holstein heifers: effects on lactation. In Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (USA).
- Van Amburgh, M. E., Fox, D. G., Galton, D. M., Bauman, D. E., Chase, L. E. (1998). Evaluation of National Research Council and Cornell Net Carbohydrate and Protein systems for predicting requirements of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 81 (2):509-526.
- Van Amburgh, M.E., D.G. Fox, D.M. Galton, D.E. Bauman, and L.E. Chase. (1998). Evaluation of National Research Council and Cornell Net Carbohydrate and Protein System for predicting requirements of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 81:509-526.

- Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press.
- Vargas-Villalobos, O. A., Elizondo-Salazar, J., and Noguera-Solera, L. (2014). Factores relacionados con la falla en transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de lechería en la región central norte de Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 8(1), 68-79.
- Vera, A. H. R., Montiel, O. L. J., Mellado, B. M., Espinosa, M. M. A., Martínez, T. G., Estrada, C. E. y Hernández, V. O. (2011) Indicadores de desempeño reproductivo, efecto de prácticas de manejo y valor de análisis de factores de riesgo en hatos de lechería semitecnificada/familiar. Libro científico No. 4. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
- Villamar, A.L., Olivera, C.E. (2005). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México. SAGARPA. 39. pp.
- Villareal, G.R., Aguilar, V.A., Luévano, G.A. (1998). El impacto Socioeconómico de la Ganadería Lechera en la región lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Vol. 3, Torreón, Coah., México.
- Vitela-Mendoza, I., Cruz-Vázquez, C., and Ramos-Parra, M., (2004). Identificación de las causas de desecho en cinco establos lecheros de Aguascalientes, México. *Técnica Pecuaria en México*.
- Wallace, M.M., Jarvie BD, Perkins NR, and Leslie KE (2006). A comparison of serum harvesting methods and type of refractometer for determining total solids to estimate failure of passive transfer in calves. *Can Vet J*. 47 (6): 573-575.
- Waltner-Toews, D., Martin, S. W. and Meek, A. H. (1986). The effect of early calfhood health status on survivorship and age at first calving. *Can J Vet Res*. 50 (3): 314-317.
- Wattatiux, M.A. (2005). Heifer raising from birth to weaning, Feeding concentrates and water, Dairy Essentials-Babcock Institute. University of Wisconsin – Madison.
- Wells, S. J., Dargatz, D.A., Ott, S.L. (1996) Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med*. 29: 9-19.
- Zanton, G. I., Heinrichs, A.J. (2010). Short communication: Analysis of milk yield and composition for dairy heifer's limit-fed lower forage diets during the rearing period. *J. Dairy Sci*. 93:4730-4734.

Zanton, G. L., and Heinrichs, A. J. (2005) Meta análisis to asses effect of prepubertal avarage daily of Holstein heifers on first – lactation production. J. Dairy Sci. 88: 3860 - 3867.