

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



Crecimientos de reemplazos lecheros del nacimiento a los 24 meses de vida

Por:

JOSÉ ALBERTO DURÁN ARIAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Agosto 2018

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

Crecimiento de reemplazos lecheros del nacimiento a los 24 meses de vida

Por:

JOSÉ ALBERTO DURÁN ARIAS

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
Presidente



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Vocal



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Vocal



DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS
Vocal suplente



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



Torreón, Coahuila, México
Agosto 2018

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

Crecimiento de reemplazos lecheros del nacimiento a los 24 meses de vida

Por:

JOSÉ ALBERTO DURÁN ARIAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

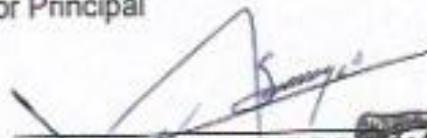
Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Asesor Principal



DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS
Coasesor



MVZ. RODRIGO ISIDRO MONALTONSO
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Agosto 2018

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por permitirme lograr uno de mis sueños, y rodearme de gente buena que siempre está conmigo apoyándome.

A mis padres. Jose Dolores Durán Espinosa y Marcelina Arias Constantino, porque han dado todo de ellos por ayudarme día a día en mi vida a cumplir mis metas y siempre me han guiado con sus consejos y conocimientos.

A mis hermanos. Siempre me han apoyado en todo, han estado conmigo en las buenas y las malas, juntos hemos salido adelante y seguiremos saliendo adelante, siempre intercambiando conocimientos y experiencias.

Al Dr. Ramiro González Avalos. Por su gran apoyo como maestro y como amigo, por darme la oportunidad de trabajar con él, por sus enseñanzas y su paciencia para que pudiera realizar mi tesis.

A mi ALMA TERRA MATER. La cual me brindó todas las herramientas posibles durante mi formación profesional, dándome excelentes profesores, compañeros y amigos.

DEDICATORIAS

A mi familia. Han sido la base de mi formación, cada uno de ustedes ha aportado grandes cosas a mi vida, han destinado parte de su valioso tiempo para enseñarme nuevas cosas, para brindarme aportes invaluable que servirán para toda mi vida. Especialmente cuando he contado con su mejor apoyo desde quequiera tengo memoria. Los quiero.

RESUMEN

La crianza exitosa de becerras lecheras puede definirse como; 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. Criar las vaquillas lecheras a un tamaño adecuado y con una edad al momento de parir entre 22 y 24 meses puede optimizar la producción de leche rentable. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de becerras lecheras desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida. Las becerras fueron alimentadas con leche pasteurizada por un período de 60 días, 6 L diarios divididos en dos tomas 3 L por la mañana y 3 L por la tarde. Posterior al destete se les proporcionó concentrado y alfalfa durante 6 meses, posteriormente fueron alimentadas con una dieta totalmente mezclada con 60% forraje 40% grano. Las variables a evaluadas para el crecimiento de las becerras fueron peso y altura del nacimiento hasta los 24 meses de vida, se tomó una muestra del 10% de cada grupo de animales en forma aleatoria dependiendo la edad; un mes, dos meses, tres meses y así consecutivamente hasta los 24 meses de vida. En relación a los resultados obtenidos no se observó diferencia en comparación con otros resultados de trabajos publicados.

Palabras clave: alimentación, altura, becerras, crecimiento, peso.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1 Dieta líquida utilizada en la alimentación de las crías	3
2.2 Fuentes de proteína en leche	4
2.3 Fuentes de energía en la leche	5
2.4 Parámetros de crecimiento en las crías	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5. CONCLUSIONES	19
6. LITERATURA CITADA	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Recomendaciones para las características de crecimiento de becerras Holstein (tomado de Hoffman, 1997).	10
Cuadro 2	Comparación del peso (kg) de los reemplazos con los datos obtenidos en Penn State por Heinrichs y Lammers (1998).	17
Cuadro 3	Comparación de altura a la cruz (cm) de los reemplazos con los datos obtenidos en Penn State por Heinrichs y Lammers (1998).	18

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ganancia de peso de los reemplazos desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida. 14
- Figura 2. Altura de los reemplazos desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida. 15

1. INTRODUCCIÓN

La crianza exitosa de becerras lecheras puede definirse como; alcanzar el tamaño de la cría con buena conformación corporal en una edad temprana (Obeidat *et al.*, 2013). Los períodos de pre-destete y de crecimiento son críticos no sólo porque las becerras son más susceptibles a las enfermedades infecciosas, sino porque su vida productiva global depende de estos períodos (Brown *et al.*, 2005; Soberon *et al.*, 2012).

Durante la fase temprana de crecimiento de las becerras lecheras, están ocurriendo importantes desarrollos inmunológicos y digestivos que pueden afectar el desempeño animal a largo plazo (Rincker *et al.*, 2011). Para la producción de leche, el requisito previo más importante son becerras saludables para operar económicamente con éxito. Las enfermedades infecciosas del tracto digestivo y respiratorio son las enfermedades más importantes de las becerras. Aproximadamente el 75% de la mortalidad de los animales menores de un año de edad se produce durante el primer mes de vida (Prenner *et al.*, 2007).

El manejo de las terneras tiene un efecto futuro sobre el rendimiento económico del ganado (Rincker *et al.*, 2011). Las terneras deben adaptarse al entorno fuera del útero poco después del nacimiento. Muchas cosas cambian en la vida de las becerras al parto, incluyendo la recepción de todos sus nutrientes de la leche en lugar de la placenta, así como vivir en un ambiente microbiano dinámico en lugar de uno más consistente y relativamente estéril (Liang *et al.*, 2016).

Criar las vaquillas lecheras a un tamaño adecuado y con una edad al momento de parir entre 22 y 24 meses puede optimizar la producción de leche rentable. Este objetivo alcanzable requiere una nutrición adecuada y el manejo de la alimentación,

por lo que las vaquillas son lo suficientemente grandes como para reproducirse a los 13 o 15 meses de edad (Heinrichs y Lammers, 1998).

1.1 Objetivos

Evaluar el crecimiento de becerras lecheras desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida.

1.2 Hipótesis

La alimentación con leche entera incrementa el crecimiento de las becerras lecheras.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Dieta líquida utilizada en la alimentación de las crías

Los alimentos líquidos utilizados incluyen leche entera vendible, leche no vendible (no pasteurizada o pasteurizada) y sustituto de leche. Todos pueden proporcionar resultados excelentes y la decisión de usar uno u otro se debe en gran parte a la economía y la conveniencia. La leche vendible generalmente tiene un valor mayor cuando se vende que cuando se le da de comer a las beceras; lo más común es suministrar leche no vendible o sustituto de leche (Drackley, 2008).

Muchos productores utilizan con éxito un conjunto de toda la leche no vendible (calostro, leche de transición, leche retenida después del tratamiento con medicamentos) para alimentar a las beceras. La leche no vendible o "basura" a menudo se considera como alimento gratuito, pero esto ignora los costos de oportunidad de producirlo y resalta la necesidad de un control efectivo de la mastitis en la lechería. Son altos los riesgos de ingestión de organismos potencialmente patógenos en la leche de desecho no pasteurizada (Selim y Cullor, 1997). El uso de leche residual no pasteurizada para beceras debe ser fuertemente desaconsejado por la industria y la comunidad veterinaria (Jamaluddin *et al.*, 1996). La leche pasteurizada aumenta las tasas de crecimiento de las beceras a comparación con la leche no pasteurizada (Godden *et al.*, 2005). La pasteurización adecuada es efectiva para inactivar las bacterias causantes de la enfermedad de Johne (Stabel, 2001) y la mastitis por micoplasma (Butler *et al.*, 2000), los productores con programas estrictos de bioseguridad prefieren alimentar con sustituto de leche (Drackley, 2008).

Los sustitutos lácteos de alta calidad son excelentes alimentos líquidos, usualmente son menos costosos por unidad de nutriente que la leche entera vendible. Aunque son más caros que el excedente de calostro, leche de transición o leche de desecho pasteurizada, los sustitutos de la leche tienen ventajas en la consistencia, facilidad y flexibilidad de almacenamiento y control de enfermedades. Mantener la mayor consistencia posible en la dieta minimiza las posibilidades de trastornos digestivos. Los informes sobre el bajo rendimiento de las becerras en los sustitutos de leche se pueden atribuir a la selección de un sustituto de leche inadecuado o de mala calidad, a la falta de alimentación de la becerro o a un problema subyacente de enfermedad o sanidad (Drackley, 2008). El contenido de nutrientes del sustituto de la leche debe coincidir con las tasas de crecimiento deseada de la becerro (Bartlett *et al.*, 2006).

Ingredientes que componen un sustituto de leche

2.2 Fuentes de proteína en leche

Las enzimas digestivas en el ternero joven están especialmente adaptadas a la digestión de las proteínas de la leche. Por el contrario, la digestión de muchas proteínas no lácteas es limitada a edades tempranas y se desarrolla gradualmente durante las primeras semanas (Davis y Drackley, 1998).

No se ha encontrado ninguna proteína no láctea que iguale el rendimiento en crecimiento como una proteína láctea (Drackley, 2008). Anteriormente la proteína láctea se obtenía de la leche desnatada en polvo. La proteína se utilizó con eficiencia siempre que esta no fuera desnaturizada por calor durante el secado. En la actualidad ha sido reemplazada casi por completo por proteína de suero debido a su alto costo (Davis y Drackley, 1998).

Las proteínas de suero de leche son altamente digeribles por las becerras, tienen una digestibilidad proteica de 94% a 97% (Tanan, 2005).

La mayoría de las formulas contiene proteína no láctea hasta un 50% o menos, aunque algunas pueden llegar a tener de 60% a 70% de proteína no láctea (Tomkins y Jaster, 1991). Para que sean utilizadas con éxito en los sustitutos de leche, deben ser bien aprovechada por las becerras, solubilidad aceptable en las mezclas. Al tomar estos factores en consideración los ingredientes alternativos más populares han sido concentrados de proteína de soya y proteína de trigo modificado (Drackley, 2008).

2.3 Fuentes de energía en la leche

La lactosa es el carbohidrato principal que se encuentra en la leche, con un promedio de aproximadamente 4.9% en una base de alimentación y cerca de 39% en base a sólidos secos. La fisiología digestiva del ternero joven está orientada hacia el uso de lactosa como fuente principal de carbohidratos láctea (Tomkins y Jaster, 1991).

Los precios de la lactosa han aumentado, se le agrega pequeñas cantidades de almidón pregelatinizado o hidrilizado las cuales son toleradas por becerras menores de tres semanas de edad, en becerras mayores se pueden utilizar mayor cantidad. La glucosa (dextrosa) y la galactosa son bien digerida por las becerras. La cantidad total de remplazo de lactosa por glucosa, maltosa y almidon procesado no debe ser mayor de 8% a 10% de la materia seca total (Jarrige, 1989).

En unidades de producción lecheras, el manejo de las vaquillas no es la parte más crítica de las actividades diarias; sin embargo, la negligencia crónica de la nutrición, el manejo de la alimentación y la atención preventiva de la salud pueden llevar a un

crecimiento atrofiado. Esto da como resultado vaquillas que paren mucho más allá de los 24 meses de edad y que producen considerablemente menos leche durante su vida que aquellas que se alimentan correctamente y se crían bien. Las vaquillas de tamaño insuficiente no solo son más pequeñas y menos productivas, sino que también son propensas a tener más problemas al parir. Por otro lado, acelerar el crecimiento de las vaquillas hasta que se conviertan en grasa también reduce su producción de vida y su longevidad. La sobrealimentación de concentrados o forrajes de alta calidad como ensilaje de maíz puede causar esta condición. Los estudios de investigación antes del parto pueden disminuir la tasa de desarrollo del tejido secretor en la glándula mamaria de la vaca y reducir así el número de células alveolares disponibles para la síntesis de leche. La alimentación para alcanzar tasas de crecimiento aceleradas después del destete no parece obstaculizar el desarrollo mamario. El desarrollo óptimo del tejido secretor también puede ayudarse asegurándose de que las vaquillas reciban un nivel adecuado de proteína antes del parto (Heinrichs y Lammers, 1998).

Estudios recientes han demostrado que la alimentación intensificada de becerras durante el período de pre-destete tiene efectos positivos a largo plazo incluyendo la reducción de la edad en la concepción y el parto, el aumento de peso corporal al parto y la mejora de la producción de leche (Gelsinger *et al.*, 2016). Si se busca un crecimiento rápido, es necesario aumentar la cantidad de leche (Bach *et al.*, 2013). Sin embargo, las terneras alimentadas con altas cantidades de leche tienden a luchar durante la transición hacia la alimentación sólida, y parte de la ventaja de crecimiento lograda antes del destete se pierde debido a la digestibilidad reducida, lo más probable es que se deba al desarrollo insuficiente del retículo-rumen

(Baldwin *et al.*, 2004) y el establecimiento inadecuado de la microflora ruminal (Terré *et al.*, 2007).

Los programas de cría de becerras han sido diseñados para disminuir los costos al estimular la ingesta temprana de alimento seco (arranque), reduciendo así la duración del período de lactancia (Stamey *et al.*, 2012). Los programas de manejo de las becerras se han centrado en estrategias tradicionales que restringen la cantidad de leche o sustituto de leche ofrecida a la becerro, para estimular la ingesta de grano; en un esfuerzo para acelerar el destete, reducir el potencial de enfermedades que producen diarrea y otras enfermedades, costo de alimentación y manejo (Kertz *et al.*, 1979).

Las investigaciones durante la última década han llevado a un mayor interés en la implementación de la llamada nutrición acelerada mejorada, o programas de alimentación intensiva en los que hay mayores cantidades de leche (Jasper y Weary, 2002; Khan *et al.*, 2007). Estos programas tienen el potencial de aumentar las tasas de crecimiento y disminuir la edad al primer parto, proporcionando un mayor beneficio económico a largo plazo para los productores (Rincker *et al.*, 2011). La tasa de crecimiento rápido en los primeros tres meses de vida influye en el desarrollo mamario de forma diferente en comparación con la tasa de crecimiento rápido después del destete. Becerras alimentadas con mayor cantidad de leche entera a las seis semanas tienen masa de parénquima mamario similares a las vaquillas de doce semanas que fueron alimentadas con cantidades moderadas de leche (Brown *et al.*, 2005).

El hígado desempeña un papel clave en el metabolismo y la utilización de nutrientes debido a su posición estratégica de integración dentro del sistema circulatorio (García *et al.*, 2015)

Se ha demostrado que la tasa de crecimiento de novillas post-destete durante la pubertad está relacionada cuadráticamente con la producción de leche, con una producción máxima en vaquillas que crecen a 799 gramos/día (Zanton y Heinrichs, 2005). La alimentación intensiva de leche o sustituto de leche a becerras neonatales aumenta la tasa de crecimiento, lo que resulta en mayor peso corporal y tamaño al destete (Jasper y Weary, 2002; Stamey *et al.*, 2012).

La alimentación intensiva de leche o sustituto de leche a las becerras antes del destete puede tener efectos negativos en el rendimiento en la fase posterior (Gelsinger *et al.*, 2016).

Para minimizar el estrés nutricional en las becerras, se debe consumir suficiente alimento seco antes del destete para al menos satisfacer los requisitos de mantenimiento de energía (Hodgson, 1971).

Expertos coinciden en que las becerras que están consumiendo 1 kg aproximado de alimento iniciador por día durante varios días consecutivos están listas para el proceso del destete (Fox, 2009).

Múltiples fuentes de variación ocurren en la vida de la vaquilla entre el destete y el parto, esto dificulta la detección de los efectos negativos del predestete sobre la producción de leche en la primera lactación (Gelsinger *et al.*, 2016).

El desarrollo del rumen y la disponibilidad del sistema digestivo de la becerro para obtener los requerimientos de nutrientes para el mantenimiento y el crecimiento de la alimentación sólida, después del destete, depende del consumo de grano en el

pre-destete. El butirato, producto de la fermentación del grano en el rumen, es fundamental para el desarrollo del epitelio ruminal. Junto con el crecimiento de las papilas y el desarrollo del sistema digestivo (Suarez-Mena *et al.*, 2017).

Proveer agua de la mejor calidad posible a las becerras ayuda a estimular el desarrollo del rumen y mantiene el estatus de hidratación. El agua a libre acceso promueve mejor consumo de iniciador, mejora la ganancia diaria y reduce la incidencia de diarreas. El corral de transición del destete puede a menudo significar o no el éxito en un programa de desarrollo de becerras. Este es el primer lugar para que se presenten problemas como las enfermedades respiratorias bovinas (ERB), y donde pueden ocurrir brotes de coccidiosis (Fox, 2009).

2.4 Parámetros de crecimiento en las crías

El éxito de un programa de crianza se puede evaluar monitoreando peso y altura de las becerras y vaquillas y comparando los resultados con los promedios de cría para un grupo de edad específico. Pesar y medir a las novillas les permite ser comparadas con los estándares que pueden indicar un problema en el programa de becerras (Heinrichs y Lammers, 1998).

Las novillas de reemplazo deben tener un tamaño corporal adecuado de 22 a 24 meses de edad para garantizar un rendimiento aceptable en la primera lactación y minimizar la distocia (Hoffman y Funk, 1992).

Cuadro 1. Recomendaciones para las características de crecimiento de becerras Holstein (tomado de Hoffman, 1997).

Edad (meses)	Peso corporal (kg)	Altura a la cruz (cm)	Altura a la cadera (cm)	Largo corporal (cm)	Condición
0	42	75.0	80	82	2.0

1	63	81	85	87	2.1
2	84	86	90	93	2.1
3	110	92	98	99	2.2
4	135	98	104	105	2.3
5	161	102	106	110	2.3
6	186	105	110	116	2.4
7	212	108	115	121	2.4
8	237	111	117	126	2.5
9	263	113	120	131	2.6
10	288	116	122	135	2.6
11	314	118	124	139	2.7
12	339	120	125	143	2.8
13	365	122	128	147	2.8
14	390	124	131	150	2.9
15	416	126	133	154	2.9
16	441	128	135	157	3.0
17	467	130	136	159	3.1
18	492	132	139	162	3.1
19	518	133	140	164	3.2
20	543	135	141	166	3.3
21	569	137	144	168	3.3
22	594	138	145	169	3.4
23	620	139	147	171	3.4
24	645	140	149	173	3.5

La producción de vaquillas extremadamente grandes puede no dar como resultado un aumento en los niveles de producción de leche de por vida, y es costosa desde una perspectiva de alimentación debido a los mayores requerimientos calóricos diarios de los animales más grandes. El objetivo de un programa de crianza de becerras es lograr una tasa de crecimiento relativamente constante. Las vaquillas

Holstein a la edad de 13 a 15 meses deben pesar 750 a 800 libras y medir 48 a 50 pulgadas. Después del parto, las vaquillas deben pesar de 1,137 a 1,296 libras y medir de 52 a 55 pulgadas de alto a la cruz (Heinrichs y Lammers, 1998).

La dieta y la tasa de crecimiento tienen un efecto directo sobre la edad al primer parto y la productividad diaria del hato (Heinrichs, 1993). El monitoreo del crecimiento es muy importante para establecer un programa de alimentación para becerras de reemplazo. El peso corporal preparto es elevado debido al peso del feto y del tejido fetal y representa en exceso el verdadero peso corporal de la vaquilla de reemplazo (Hoffman, 1997).

El tamaño corporal de las vaquillas de reemplazo podría alterarse por selección genética porque la heredabilidad del tamaño corporal de las vaquillas de reemplazo en el primer parto es alta en relación con otros rasgos de selección (Lee *et al.*, 1992). La selección genética podría alterar el tamaño corporal en algunas generaciones, y la selección de vaquillas de reemplazo más pequeñas en el primer parto podría aumentar la eficiencia alimenticia (Sieber *et al.*, 1988) sin comprometer la producción de leche (Yerex *et al.*, 1988).

La calificación de la condición corporal es una herramienta que se usa para evaluar la nutrición y el manejo general de un programa de becerras de reemplazo. Limitaciones para la evaluación: pelaje largo de invierno y el problema de atrapar vaquillas para observar de cerca la grasa sobre las costillas y la porción superior de la cola. Las becerras jóvenes generalmente son delgadas por naturaleza (2,0 a 2,5 en la escala de cinco puntos), pero debe aumentar a 3.0 o cerca al primer servicio. Un puntaje de condición corporal de 3.5 a 3.7 se considera ideal para vaquillas que paren entre los 22 y 24 meses. Este puntaje permite que se use una cantidad

moderada de grasa corporal almacenada en la lactación temprana cuando la energía de la dieta es insuficiente para la producción de leche (Heinrichs y Lammers, 1998).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 25 de octubre al 30 de diciembre del 2017, en un establo del municipio de Francisco I. Madero en el Estado de Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura 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 becerras fueron alimentadas con leche pasteurizada por un período de 60 días, 6 L diarios divididos en dos tomas 3 L por la mañana y 3 L por la tarde. Posterior al destete se les proporciono concentrado y alfalfa durante 6 meses, posteriormente fueron alimentadas con una dieta totalmente mezclada con 60% forraje 40% grano. Las variables a evaluadas para el crecimiento de las becerras fueron peso y altura del nacimiento hasta los 24 meses de vida, se tomó una muestra del 10% de los animales en forma aleatoria de cada grupo dependiendo la edad; un mes, dos meses, tres meses y así consecutivamente hasta los 24 meses de vida. El peso de las crías fue medido en una báscula electrónica digital (EQM 800, Torrey ®) y la altura fue medida con una regla comercial.

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos (Figuras 1 y 2), el crecimiento de los reemplazos se encuentra dentro de los rangos, que obtuvo Hoffman (1997), en donde el peso al nacimiento inicia en 42 kg, terminando con un peso que va desde 595 a 645 kg a los 24 meses y una altura inicial de 75 cm, finalizando en un rango 138-141 cm.

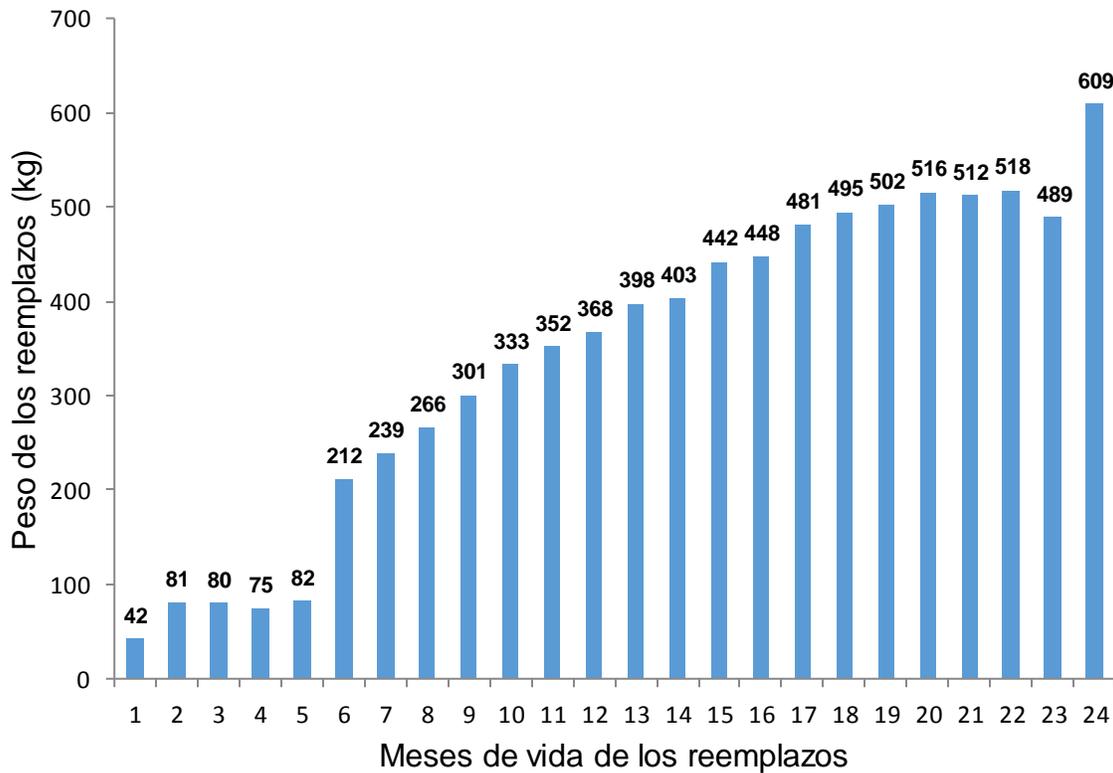


Figura 1. Ganancia de peso de los reemplazos desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida.

La altura obtenida en el actual experimento (figura 2) sobrepasan los resultados de Hoffman (1997), en el actual experimento en el primer mes el reemplazo tiene una altura de 84 cm y en el de Hoffman una altura de 81 cm.

Pérez (2015), utilizo dos sustitutos de leche obteniendo los siguientes resultados a los 60 días de vida de los reemplazos lecheros: altura 93.81-93.84 cm, peso 72.36-72.56 kg, siendo estos inferiores al actual trabajo, en el cual se utilizó leche pasteurizada, pero desde el inicio con tomas de 3 litros (2 tomas al día), y Pérez dio 2 tomas al día de sustituto de leche de la siguiente manera: del día 0 al día 12 2 litros de por toma, del día 12 al día 15 2.5 litros de por toma, del día 15 al 21 3 litros de por toma y del día 25 al 51 se dieron 4 litros por toma, destetando a los 60 días

Montoya (2016) reporto peso al destete de 78.2 a 83.9 kg y 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 un grupo a los 50 días y el otro a los 57 días. Comparando con los resultados del actual trabajo no se encuentra una diferencia notoria.

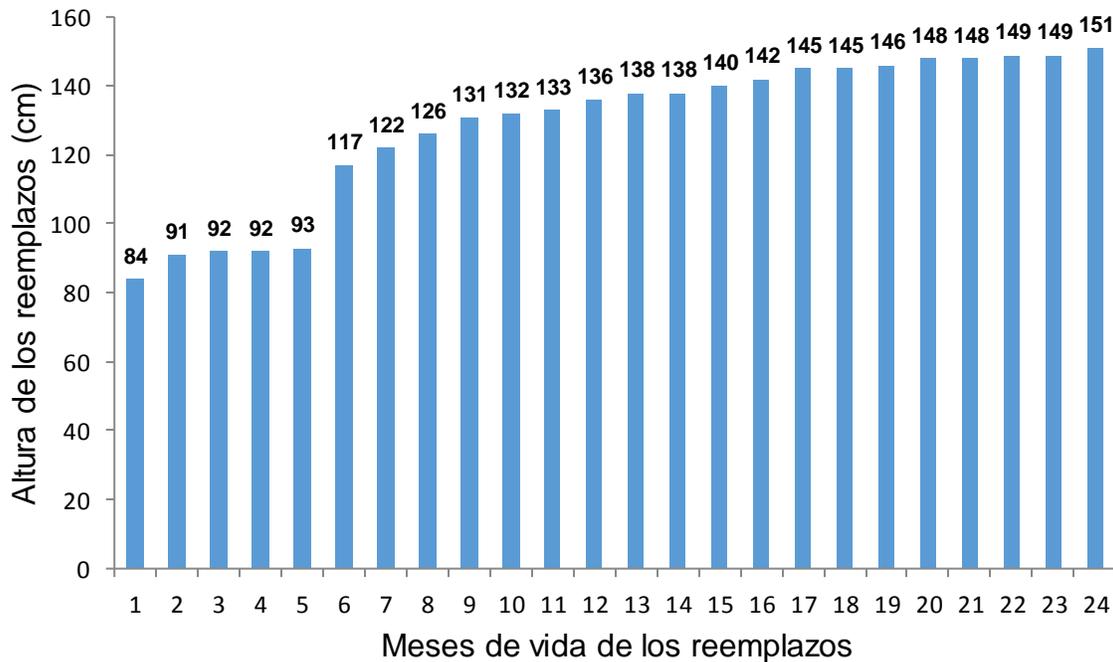


Figura 2. Altura de los reemplazos desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida. Según Kalscheur y Garcia (2004) La variación en la densidad nutritiva de la dieta regula el crecimiento y la ganancia de peso. La inclusión de alimentos de alta digestibilidad en dietas balanceadas resulta en mayor energía disponible que acelera el crecimiento.

Yescas y Jaimes (2010) proporcionaron 4 litros de leche pasteurizada al día, agregándole un coccidiostato durante 56 días, solo midieron ganancia de peso, las becerras al primer mes pesaron 45.54 kg y al destete 68.24 kg. Comparando con la investigación actual no existe una diferencia significativa.

Comparando la mediana (tabla 2) obtenida por Heinrichs y Lammers (1998), se puede observar que comienza con 54 kg al primer mes y en la evaluación actual con 42, mostrando una ventaja de 12 kg, pero al tener los 24 meses cumplidos la actual evaluación marca una ventaja de 78 kg sobre la mediana de obtenida por Heinrichs y Lammers.

La diferencia de peso tanto al inicio como al final se puede deber a la diferencia de genética y tipo de alimentación, observando que la investigación de Heinrichs y Lammers fue en 1998 y la del actual trabajo 20 años después.

Cuadro 2. Comparación del peso (kg) de los reemplazos con los datos obtenidos en Penn State por Heinrichs y Lammers (1998).

Edad (me)	5th %il	25th %il	Mediana	75th %il	evaluación
1	37	46	54	62	42
2	51	68	73	86	81
3	68	83	96	106	80
4	86	106	117	129	75
5	99	125	141	154	82
6	121	145	167	191	212
7	137	167	191	212	239

8	150	191	212	240	266
9	172	212	240	270	301
10	191	235	261	296	333
11	202	252	289	323	352
12	229	270	309	345	368
13	229	299	330	367	398
14	246	316	352	398	403
15	264	337	382	422	442
16	296	375	414	448	448
17	309	390	422	465	481
18	337	406	440	484	495
19	352	414	457	493	502
20	352	431	484	531	516
21	359	448	493	540	512
22	382	465	521	560	518
23	367	484	521	580	489
24	352	465	531	590	609

Analizando la altura a la cruz (Cuadro 3) se puede observar una ventaja de 5 cm en primer mes a favor la investigación actual, es decir la mediana obtenida por Heinrichs y Lammers (1998) es de 79 cm y la actual investigación 84 cm; a los 24 meses de edad de los reemplazos en la actual investigación sigue teniendo ventaja de 16 cm.

Cuadro 3. Comparación de altura a la cruz (cm) de los reemplazos con los datos obtenidos en Penn State por Heinrichs y Lammers (1998).

Edad (me)	5th %il	25th %il	Mediana	75th %il	evaluación
1	74	76	79	84	84
2	76	81	84	86	91

3	79	86	89	91	92
4	84	89	91	97	92
5	86	94	97	99	93
6	91	97	102	104	117
7	94	102	104	109	122
8	97	104	109	112	126
9	99	107	109	114	131
10	104	109	114	117	132
11	107	112	117	119	133
12	109	114	119	122	136
13	109	117	119	124	138
14	112	119	122	127	138
15	109	119	124	130	140
16	117	122	127	130	142
17	117	124	127	132	145
18	119	124	130	132	145
19	122	127	130	132	146
20	119	127	130	135	148
21	122	127	132	137	148
22	124	130	132	137	149
23	124	130	135	137	149
24	122	132	135	140	151

Como se mencionó anteriormente la causa de las diferencias pueden ser debidas a la variación genética, alimentación y el tiempo transcurrido entre las dos investigaciones.

5. CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que la alimentación es un factor importante en el desarrollo de los reemplazos, los animales del estudio obtuvieron un desarrollo superior a la media de los reportados en la evaluación nacional (Estados Unidos de Norte América, 1998). Los hatos lecheros deben de criar sus propios reemplazos, por lo que se recomienda se lleven

registros de su crecimiento (peso y altura) para así determinar las posibles fallas en la alimentación de estos, logrando su primer parto a los 24 meses de vida.

6. LITERATURA CITADA

Bach, A., Terré, M., Pinto, A. 2013. performance and health responses of dairy calves offered different milk replacer allowances. *J. Dairy Sci.* 96(12):7790–7797.

Baldwin, R. L., Leod, K. R., Klots, J. L., Heitmann, R. N. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant *J. Dairy Sci.* 87:55–65.

- Bartlett, K. S., F. K. McKeith, M. J. VandeHaar, G. E. Dahl y J. K. Drackley. 2006. Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. *J Anim Sci.* 84(6):1454–1467.
- Brown, E. G., Vandehaar, M. J., Daniels, K. M., Liesmas, J. S., Chapin, L.T., Forrest, J. W., Akers, R. M., Pearson, R. E., Weber-Nielsen M. S. 2005. Effect of increasing energy and protein intake on mammary development in heifer calves. *J. Dairy Sci.* 88(2):595–603.
- Butler, J. A., S. A. Sickles, C. J. Johanns R. F. Rosenbusch. 2000. Pasteurization of discard mycoplasma mastitic milk used to feed calves: thermal effects on various mycoplasma. *J Dairy Sci.* 83 (10):2285–2288.
- Davis C. L. y J. K. Drackley. 1998. The development, nutrition, and management of the Young calf. Ames (IA): Iowa State University Press.
- Drackley, J. M. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Vet Clin Food Anim.* 24:55-86.
- Fox, L. S. 2009. las 5 C´s del desarrollo de becerras. Congreso internacional de MVZ especialista en bovinos.
- Garcia, M., I. F. Greco, A. L. Lock, E. Block, J. E. P. Santos, W. W. Thatcher y C. R. Staples.
- Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J., Jones, C. M. 2016. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *J. Dairy Sci.* 99(8):1–9.
- Godden, S. M., J. P., Fetrow, J. M., Feirtag, L. R. Green y S. J. Wells. 2005. Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *J Am Vet Med Assoc.* 226(9):1547–1554.
- Heinrichs, A. J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.* 76:3179-3187.

- Heinrichs, J. y B. Lammers. 1998. Monitoring dairy heifer growth. Pennstate. College of Agricultural Sciences. The Pennsylvania State University.
- Hodgson, J. 1971. The development of solid food intake in calves 5. The relationship between liquid and solid food intake. *Anim. Prod.* 13:593-597.
- Hoffman, P. C., y D. A. Funk. 1992. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *J. Dairy Sci.* 75(9):2504-2516.
- Hoffman, P.C. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J Anim Sci* 75:836–845.
- Jamaluddin, A. A., D. W. Hird, M. C. Thurmond y T. E. Carpenter. 1996. Effect of preweaning feeding of pasteurized and nonpasteurized milk on postweaning weight gain of heifer calves on a Californian dairy. *Prev Vet Med.* 28:91–99.
- Jarrige, R. 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. London. J Libbey Eurotext p. 109–120.
- Jasper, J. y D. M. 2002. Weary. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85:3054-3058.
- Kalscheur K. F. y A. D. Garcia. 2004. Uso se subproductos en las dietas de becerras lecheras. USDA. College of agriculture & biological sciences. South Dakota State University.
- Kertz, A. F., Prewitt, L. R., Everett, J. P. 1979. An early weaning calf program: summarization and review. *J. Dairy Sci.* 62:1835—1843.
- Khan, M. A., H.J. Lee, W.S. Lee, H. S. Klim, K. S. Ki, J. K. Ha, H. G. Lee y Y. J. Choi. 2007. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90:876-885.
- Lee, A. J., D. A. Boichard, A. J. McAllister, C. Y. Lin, K. Nadarajah, T. R. Batra, G. L. Roy, and J. A. Veseley, 1992. Genetics of growth, feed intake, and milk yield in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 75:3145-3154.

- Liang, Y., Carroll, J. A., Ballou, M. A. 2016. The digestive system of 1-week-old Jersey calves is well suited to digest, absorb, and incorporate protein and energy into tissue growth even when calves are fed a high plane of milk replacer. *J. Dairy Sci.* 99(3):1929–1937.
- 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.
- Obeidat, B. S., Cobb, C. J., Sellers, M. D., Pepper-Yowell, A. R., Earleywine, T. J., Ballou M. A. 2013. Plane of nutrition during the preweaning period but not the grower phase influences the neutrophil activity of Holstein calves. *Journal of Dairy Science.* 96(11): 7155–7166.
- Pérez, P. J. U. 2015. Evaluación del desarrollo de becerras Holstein lactantes alimentadas con dos sustitutos lácteos. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Prenner, M. L., Prgomet, C., Sauerwein, H., Pfaffl, M. W., Broz, J., Schwarz, F. J. 2007. Effects of lactoferrin feeding on growth, feed intake and health of calves. *Archives of Animal Nutrition.* 61(1):20–30.
- Rincker L. D., Vandehaar, M. J., Wolf, C. A., Liesman, J. S., Chapin L. T., Weber-Nielsen, M. S. 2011. effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *J. Dairy Sci.* 94(7):3554-3567.
- Selim, S. A. y J. S. Cullor. 1997. Number of viable bacteria and presumptive antibiotic residues in milk fed to calves on commercial dairies. *J Am Vet Med Assoc.* 211(8):1029-1035.
- Sieber, M., A. E. Freeman, and D. H. Kelley. 1988. Relationship between body measurements, body weight and productivity in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:3437.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett y M. E. V. Amburgh. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.

- Stabel, J. A. 2001. On-farm batch pasteurization destroys *Mycobacterium paratuberculosis* in waste milk. *J Dairy Sci.* 84(2):524–527.
- Stamey, J. A., Janovick, N. A., Kertz, A. F., Drackley, J. K. 2012. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *J. Dairy Sci.* 95(6):3327–3336.
- Suarez-Mena, F. X., Hu, W., Dennis, T. S., Hill, T. M., Schlotterbeck, R. L. 2017. β -Hydroxybutyrate (BHB) and glucose concentrations in the blood of dairy calves as influenced by age, vaccination stress, weaning, and starter intake including evaluation of BHB and glucose markers of starter intake. *J. Dairy Sci.* 100(4):2614–2624.
- Tanan, K. G. 2005. Nutrient sources for liquid feeding of calves. In: Garnsworthy PC, editor. *Calf and heifer rearing*. Nottingham (UK): Nottingham University Press. p. 83–112.
- Terré, M., Devant, M., Bach, A., 2007. Effect of level of milk replacer fed to holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livestock Science* 110: 82–88.
- Tomkins, T. y E. H. Jaster. 1991. Preruminant calf nutrition. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 7(2):557–576.
- Yerex, R. P., C. W. Young, J. D. Donher y G. D. Marx. 1988. Effects of selection for body size on feed efficiency and size of Holsteins. *J. Dairy Sci.* 71:1355.
- Yescas, V. G y J. J. Jaimes. 2010. evaluación del desarrollo de becerras lecheras de reemplazo Holstein utilizando Decoquinato en el control de coccidiosis. *Chapingo serie Zonas Aridas.* 9: 57-69.
- Zanton, G. I. y A. J. Heinrichs. 2005. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *J. Dairy Sci.* 88:3860-3867.