

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOMÉDICAS E INGENIERÍA



**RELACIÓN ENTRE EL MANEJO Y EL COSTO DE LA ALIMENTACIÓN CON EL
DESARROLLO DE BECERRAS LACTANTES EN UNIDADES FAMILIARES DE
PRODUCCIÓN DE LECHE**

TESIS PRESENTADA POR:
SERGIO ÁLVAREZ JIMÉNEZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Director: M. en C. Eliab Estrada Cortés

Asesores: Dr. Mario Alfredo Espinosa Martínez

Dr. Héctor Raymundo Vera Ávila

Tepatitlán de Morelos, Jalisco. noviembre de 2016.

DEDICATORIA

A Dios por el milagro de la vida, y a mi familia que siempre ha estado conmigo para apoyarme en mis proyectos. Gracias por formar parte importante de mi formación académica, por su aprobación y respaldo en mis decisiones y por los sacrificios hechos para impulsarme a lograr mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Universitario de los Altos de la Benemérita Universidad de Guadalajara, por haberme facilitado los medios para mi formación como Médico Veterinario y Zootecnista.

Al Campo Experimental Centro Altos de Jalisco del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por brindarme el espacio y apoyo necesarios para llevar a cabo mi proyecto de tesis, adjunto a uno de sus proyectos de investigación sobre ganado productor de leche, y al mismo tiempo permitirme enriquecer mis conocimientos teóricos y prácticos como profesionalista.

A mis profesores, compañeros de carrera y a todos los que compartieron conmigo de sus conocimientos y experiencias, de los cuales aprendí y forme mis conocimientos.

A mis asesores y sinodales por su tiempo, apoyo, y valiosas observaciones y sugerencias, que colaboraron a enriquecer y mejorar mi trabajo de tesis.

A los productores cooperantes del proyecto de investigación, por su disposición y apoyo en el trabajo de campo y de quienes se obtuvieron los datos necesarios para realizar mi trabajo de tesis.

Al equipo de trabajo y amigos que se involucraron y apoyaron para la obtención de información utilizada en mi trabajo de tesis.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
Producción de leche de bovino en México.	3
Características del sistema de producción familiar.	3
Demanda de vaquillas para reemplazo en México.	5
Indicadores de desarrollo durante la crianza de becerras.	7
Manejo de la alimentación en becerras lactantes.	12
Costos de la alimentación durante la lactancia en becerras.	14
JUSTIFICACIÓN	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
HIPÓTESIS	18
OBJETIVOS	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Peso y altura recomendados a diferentes edades para becerras lecheras de las razas Holstein y Pardo Suizo.	9
Cuadro 2. Indicadores recomendados al primer servicio y primer parto de vaquillas.	11
Cuadro 3. Tipos de alimentación y porcentajes de su utilización en el total de las becerras.	23
Cuadro 4. Tipos de alimentación final en cada unidad de producción y promedios de días lactando en cada grupo de becerras.	25
Cuadro 5. Estadísticas descriptivas del costo (en pesos mexicanos) de la alimentación sólida, alimentación líquida y alimentación final para el total de las becerras.	31
Cuadro 6. Estadísticas descriptivas del peso y estatura al nacimiento, ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia diaria de altura (GDA) durante la lactancia en el total de las becerras	33
Cuadro 7. Efecto de la alimentación final sobre el costo de la alimentación (en pesos mexicanos), la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de altura (GDA) de las becerras.	35
Cuadro 8. Efecto de la unidad de producción sobre el costo (en pesos mexicanos) de la alimentación, la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de altura (GDA) de las becerras.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dinámica para cada tipo de alimentación (TA) en las unidades de producción (UP) 1, 2, 3 y 4.	28
Figura 2. Dinámica para cada tipo de alimentación (TA) en las unidades de producción (UP) 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.	29

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre el manejo y el costo de la alimentación con el desarrollo corporal de becerras lactantes en unidades familiares de producción de leche en la región de Los Altos de Jalisco. Se utilizaron 193 becerras de 12 establos lecheros, en los cuales se identificó el tipo de alimentación (TA; líquida y sólida) y las combinaciones (AF; alimentación final) que las becerras recibieron durante su lactancia, y el costo de cada tipo de alimentación. Para determinar el desarrollo de las becerras, se estimaron las ganancias diarias de peso (GDP) y altura (GDA). La información obtenida se analizó por estadística descriptiva y análisis de varianza. El 60% de las becerras, recibieron sustituto de leche (SL) solo o en combinación con leche entera (LE), mientras que el 78% recibieron alimentación sólida compuesta por concentrado iniciador (CI) solo o con rastrojo de maíz con grano (RMG). La AF predominante (28.5%) fue el uso de SL + CI. El 50% de las unidades de producción (UP) emplearon distintos tipos de AF a través del tiempo. Once de doce UP del estudio presentaron destetes después de los 60 días, esto en combinación con el tipo de AF se reflejó en los costos de la lactancia que fueron desde 679.9 hasta 4908.3 pesos. Se concluye que en unidades familiares de producción de leche en la región de Los Altos de Jalisco existe un efecto del tipo de alimentación y el costo sobre el desarrollo corporal de las becerras.

Palabras clave: Alimentación, becerras lactantes, costo, desarrollo.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the relationship between management and cost of feeding with the body development of lactating calves in family units of milk production in the Los Altos region of Jalisco. A total of 193 calves from 12 dairy herds were used to identify the type of feed (TA, liquid and solid) and the combinations (AF, final feed) that the calves received during their lactation, and the cost of each type of feed . To determine the development of the calves, we estimated the daily gains of weight (GDP) and height (GDA). The information obtained was analyzed by descriptive statistics and analysis of variance. Sixty percent of the calves received milk substitute (SL) alone or in combination with whole milk (LE), while 78% received solid feed composed of starter concentrate (CI) alone or with corn grain stubble (RMG). The predominant AF (28.5%) was the use of SL + IC. Fifty percent of the production units (UP) used different types of AF over time. Eleven of the twelve PU of the study presented weaning after 60 days, this in combination with the type of AF was reflected in the costs of breastfeeding that were from 679.9 to 4908.3 pesos. It is concluded that in family units of milk production in the region of Los Altos de Jalisco there is an effect of the type of feed and the cost on the body development of the calves.

Key words: Feeding, lactating calves, cost, development.

INTRODUCCIÓN

En México la producción de leche de bovino se genera bajo diferentes sistemas, el sistema de producción familiar (**SPF**), se localiza principalmente en las regiones semiáridas y templadas del centro y occidente del país (Núñez *et al.*, 2009). Su importancia radica en que constituye una fuente importante de empleo para más de 125 mil productores ubicados en las zonas rurales del país (Espinosa *et al.*, 2011) y que contribuye con alrededor del 30% de la producción nacional (Núñez *et al.*, 2009). Por otra parte, se ha indicado que la productividad de este sistema se podría incrementar considerablemente si se optimizan los procesos internos (alimentación, crianza, etc.) en las unidades de producción, donde frecuentemente se realizan manejos inadecuados (Estrada *et al.*, 2014).

El proceso de crianza de reemplazos, constituye el costo indirecto de producción más importante en los establos lecheros y la inversión, generalmente se empieza a recuperar cuando las vaquillas llegan a su primera lactación (Bach y Ahedo, 2008). Por lo tanto, los esfuerzos se deben orientar en disminuir los factores adversos (morbilidad y mortalidad), para asegurar que los reemplazos presenten una adecuada tasa de desarrollo, que les permita expresar su potencial productivo al menor costo económico posible (Bach y Ahedo, 2008). En las unidades de producción que utilizan la raza Holstein, se han establecido indicadores de desempeño que permiten determinar si los objetivos mencionados se están cumpliendo. Generalmente se ha aceptado que los reemplazos deben concebir entre los 13-15 meses de edad con 55% del peso corporal maduro, de tal manera que presenten su primer parto entre los 22 a 25 meses de edad con 85% del peso maduro (DCHA, 2011; Ettema y Santos, 2004).

En el SPF poco se ha realizado para establecer indicadores de desempeño óptimos durante la crianza, determinar el desempeño de los reemplazos y los posibles factores de riesgo que lo afectan. A pesar de ello, en una encuesta realizada por Flores *et al.* (2007) se indicó que 60% de los reemplazos recibe su primer servicio entre los 15 a 20 meses de edad y el 7% después de los 20, mientras que 20% de los animales presenta su primer parto a los 30 meses o más. En un estudio de campo, Espinosa *et al.* (2012) observaron que las vaquillas Holstein

reciben su primer servicio en promedio a los 19.6 meses de edad y 52.3% de estas presentan su primer parto después de los 25 meses de edad. Estos valores indican que los objetivos de la crianza no se están cumpliendo cabalmente en el SPF, ya que un alto porcentaje de reemplazos excede los indicadores de desempeño considerados como óptimos en los sistemas que utilizan la raza.

Durante el proceso de crianza de becerras, la lactancia coincide con la etapa en que las becerras son más susceptibles de padecer enfermedades (Wathes *et al.*, 2008), a que se afecte su desarrollo corporal (Place *et al.*, 1998) y consecuentemente, su desempeño futuro (Svensson y Hultgren, 2008). Además, la lactancia constituye un periodo costoso debido a los precios del alimento requerido para las becerras (Heinrichs *et al.*, 2013) y es un momento clave para promover que estas tengan un desarrollo ruminal adecuado y que les permita posteriormente utilizar alimentos de bajo costo como los forrajes (Heinrichs & Jones, 2003). Sin embargo, las tasas de morbilidad, mortalidad y desarrollo de las becerras así como los costos de producción durante la lactancia, dependerán en gran parte de las condiciones de manejo sanitario, del alojamiento y la alimentación a las que sean sometidas (Heinrichs *et al.*, 2013; Place *et al.*, 1998; Svensson y Hultgren, 2008).

En el SPF, es complejo realizar estudios controlados para identificar detalladamente los factores que están limitando el desempeño productivo de las becerras lactantes, debido a la poca utilización de registros productivos y económicos. A pesar de ello, se ha observado que durante la etapa de lactancia prevalece una amplia variedad de manejos (Espinosa *et al.*, 2011) con inadecuadas condiciones del alojamiento y del tipo de alimentación (Gutiérrez, 2014). Sin embargo, no existe información que sirva como base para valorar la viabilidad económica y productiva de los manejos utilizados tradicionalmente durante la lactancia en dicho sistema.

MARCO TEÓRICO

Producción de leche de bovino en México

En México la producción de leche de bovino se deriva de tres sistemas: el de doble propósito, el especializado o intensivo y el familiar. Entre estos sistemas de producción existen diferencias marcadas principalmente relacionadas con el nivel de tecnificación implementada, los recursos alimentarios utilizados, las condiciones climatológicas en las que se desarrollan, sus costos de producción y su poder económico-adquisitivo, entre otras características (Barrera y Sánchez, 2003; Cervantes *et al.*, 2001; García *et al.*, 2007).

El sistema de producción de doble propósito se desarrolla en las zonas tropicales y sub-tropicales, el especializado en zonas semi-áridas y áridas y el familiar en zonas templadas y semiáridas, localizadas principalmente en el centro y occidente de México (Barrera y Sánchez, 2003; Estrada *et al.*, 2014; Núñez *et al.*, 2009). De la producción de leche nacional (cerca a los 11 mil millones de litros anuales), el sistema de doble propósito aporta un 18%, el tecnificado un 51% y el familiar un 31% (Núñez *et al.*, 2005).

No obstante que la producción de leche en México ha tenido una tendencia a incrementar en los últimos años (1% anual entre 2007 y 2012), aún existe un déficit de casi 2000 millones de litros por año (Financiera Rural, 2014). Este podría ser cubierto al incrementar la productividad de los sistemas de doble propósito y el familiar (Estrada *et al.*, 2014; Núñez *et al.*, 2009).

Características del sistema de producción familiar

El sistema de producción familiar (SPF), se caracteriza principalmente porque los empleados, son principalmente los integrantes de una familia. Debido a esta característica, adicional a su aporte a la producción nacional, este sistema adquiere relevancia desde el punto de vista socioeconómico, ya que genera empleos e ingresos económicos para las familias (Cervantes *et al.*, 2001).

El SPF se localiza principalmente en las regiones rurales de estados como: Jalisco, Michoacán, Chihuahua, Coahuila, Puebla, México, Hidalgo y en menor grado en Aguascalientes, Sonora, Oaxaca, Baja California, Tlaxcala, San Luis Potosí y Zacatecas (Barrera y Sánchez, 2003; Cervantes *et al.*, 2001; Núñez *et al.*, 2009).

A nivel nacional, Jalisco es el estado que tiene la mayor aportación de la producción de leche de bovino 18.9% (SIAP, 2013a,b) y se ha indicado que la mayoría de su producción, proviene de la alta cantidad de establos del SPF (70 - 80%), localizados principalmente en la región de Los Altos (Arias *et al.*, 2012; Cervantes *et al.*, 2001). La mayoría de establos se caracterizan por presentar niveles tecnológicos de medios a bajos, lo cual generalmente es un reflejo del nivel económico de los productores (Arias *et al.*, 2012; Barrera y Sánchez, 2003; García *et al.*, 2007).

El rango de animales en producción por establo en la región va de 14 a 107 (Arias *et al.*, 2012) donde generalmente, se utiliza la raza Holstein como base genética, aunque se pueden observar animales de raza Pardo Suizo y Jersey (Barrera y Sánchez, 2003; Núñez *et al.*, 2009). En cuanto a la alimentación base del ganado, se utiliza principalmente forraje de maíz (molido o ensilado) proveniente de la agricultura de temporal, el forraje en agostadero, así como alimento concentrado comercial (Arias *et al.*, 2012; Barrera y Sánchez, 2003; Cervantes *et al.*, 2001).

Respecto al manejo reproductivo, el método de servicios para el ganado se realiza principalmente por monta directa no controlada (Barrera y Sánchez, 2003). Sin embargo, en la actualidad se aprecia que en una alta proporción de establos utilizan la inseminación artificial como método principal y el toro sólo lo utilizan para las vacas repetidoras y/o para las vaquillas que envían al agostadero. (Estrada *et al.*, 2014)

En cuanto al proceso de ordeña, existe un incremento en el uso de ordeñadoras mecánicas con diferentes niveles de tecnificación y tanques para enfriar la leche (Arias *et al.*, 2012). A pesar de lo anterior, por diferentes motivos

existe una alta proporción de establos que entrega la leche caliente en cántaras al comprador, lo cual reduce su calidad microbiológica y consecuentemente su precio a la venta (Álvarez *et al.*, 2012; Barrera y Sánchez, 2003; Cervantes *et al.*, 2001).

Publicaciones recientes (Estrada *et al.*, 2014; Núñez *et al.*, 2009) indican que la producción por vaca por lactancia, tiene una amplia variación entre los establos del SPF y que se pueden observar animales con producciones que fluctúan entre los 3,000 y 9,000 kg/leche/lactancia. Al parecer, las mejoras en algunos procesos productivos, como en el manejo de la alimentación o reproductivo, han resultado en incrementos en los niveles de producción. Sin embargo, el proceso de crianza de becerras continúa siendo inadecuado (Espinosa *et al.*, 2012a), lo cual repercute en pérdidas económicas, frecuentemente no identificadas por el productor.

Demanda de vaquillas para reemplazo en México

Una ineficiente crianza de vaquillas, que serán destinadas para reemplazo, constituye una de las principales causas de pérdidas económicas en la empresa lechera (UGRJ, 2015). El desabasto de reemplazos asociado a la ineficiente crianza, provoca que no se puedan sustituir las vacas desechadas voluntaria o involuntariamente, y que se conserven vacas por un largo periodo, inclusive con bajos niveles de producción (Medina, 2006). A nivel nacional la generación de reemplazos es insuficiente, esto debido a que las vaquillas producidas anualmente en los sistemas de producción lechera, no cubren las necesidades de reemplazos, teniendo que recurrir a la importación de vaquillas y vacas de otros países (CNOG, 2013).

Además el desabasto de reemplazos tiene repercusiones en el progreso genético del ganado en los establos, ya que no se realiza una selección de vaquillas y todas son integradas al hato productor. Particularmente en el sistema de producción intensivo, donde se tiene una alta demanda de reemplazos, asociado a las altas tasas de mortalidad en las becerras, al inadecuado desempeño reproductivo y la corta vida productiva de las vacas (2.06 lactancias), lo cual demanda sustituir anualmente hasta un 33% del hato productor (Medina, 2006; Romero, 2005). Por lo tanto, en este sistema de producción, el desabasto y la

selección de reemplazos, comúnmente se contrarresta a través de la importación de vaquillas (Espinosa y Montiel, 2014; Romero, 2005).

A nivel nacional, en los últimos quince años, se ha realizado la importación anual de alrededor de 20,179 vaquillas preñadas para reemplazo (0.83% de hatos nacionales), con un precio individual que alcanza hasta los 1,700 dólares (SIAP, 2014; Velázquez y Hernández, 2008). Reemplazos que generalmente provienen de Canadá, Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda, y Uruguay (Velázquez y Hernández, 2008). Sin embargo, en 2003 y 2004, las importaciones provenientes de EUA y Canadá se limitaron por cuestiones económicas y sanitarias (Espinosa y Montiel, 2014; Romero, 2005), debido a brotes de Encefalopatía Espongiforme Bovina; la situación se regularizó hasta el 2008 (Claridades Agropecuarias, 2010; USDA, 2006).

En cambio, en el SPF en Jalisco, generalmente no se tiene esta exigencia de vaquillas para sustituir al hato productor, debido a que las vacas no son sometidas a un estrés similar al que enfrentan los animales del sistema intensivo, lo cual se refleja en su corta vida productiva. Adicionalmente, en el SPF no se tienen esquemas de control de producción, consecuentemente, de identificación/eliminación de vacas bajas productoras. Por lo tanto, la necesidad de reemplazos no parece ser severo, ya que algunos establos alcanzan a tener excedentes que pueden vender.

De esta manera, los establos familiares han sido proveedores de vaquillas para reemplazo en las principales cuencas lecheras del país (Coahuila-Durango, Aguascalientes y Querétaro), particularmente cuando la situación sanitaria ha impedido la importación de ganado. Sin embargo, el inadecuado desarrollo corporal de las becerras es uno de los motivos que ha influido en el precio a la venta de las vaquillas por parte del productor, situación que generalmente beneficia a los intermediarios.

El inadecuado desarrollo corporal de las vaquillas está relacionado a que comúnmente no se tienen manejos apropiados durante su crianza, como en las áreas de nutrición, sanidad, entre otras. Esto, debido a que se considera como una

actividad menos importante que las realizadas con las vacas en producción, el principal ingreso económico (Espinosa y Montiel, 2014); por otro lado, a la elevada inversión económica requerida (la segunda más importante en el hato lechero), de la que no se ve una retribución a corto plazo. Por lo tanto, es común que en el SPF se recurra a manejos de bajo costo, como el envío de las vaquillas a praderas o agostaderos, en donde frecuentemente sufren de subalimentación y son servidas por el toro con una edad y desarrollo inadecuado (Espinosa y Montiel, 2014; Romero, 2005).

Indicadores de desarrollo durante la crianza de becerras

El objetivo fundamental del proceso de la crianza de reemplazos es asegurar que los animales presenten una adecuada tasa de desarrollo corporal, que les permita expresar al máximo su potencial productivo al menor costo económico posible (Bach y Ahedo, 2008). En las unidades de producción que utilizan la raza Holstein, se han establecido indicadores de desempeño óptimos que permiten determinar si el objetivo mencionado se cumple. Los indicadores a evaluar son: el peso vivo, altura a la cruz, condición corporal y el porcentaje de peso corporal maduro. Es recomendable monitorear los indicadores de desarrollo con la finalidad de obtener datos reales sobre el crecimiento de la becerro, para poder en un momento dado hacer ajustes en su manejo.

El peso vivo es un indicador para conocer qué tan adecuadamente se está desarrollando la becerro. El peso al nacimiento constituye un indicador del vigor de la cría, de ahí su importancia en la sobrevivencia, especialmente en las primeras semanas de vida (Espinosa y Montiel, 2012b). Crías con mayor peso al nacimiento, llegan a tener mejores consumos de alimento y ganancias de peso, adicionalmente pueden ser destetados a edades más tempranas (Koçak y Günes, 2005). Por su parte, la altura a la cruz es importante como indicador complementario del peso vivo, ya que éste último no muestra el desarrollo esquelético de la becerro y un desarrollo esquelético deficiente genera problemas al parto en la vaquilla (Espinosa *et al.*, 2014).

La calificación de la condición corporal (cc) proporciona una estimación de las reservas energéticas del animal (músculo y grasa), tomando en cuenta una

escala establecida que va del 1 al 5, donde 1 corresponde a una becerria en estado de emaciación y 5 a una obesa (Espinosa *et al.*, 2014). Es importante que las vaquillas mantengan una cc óptima durante su crianza, ya que valores altos o bajos pueden traer repercusiones negativas en su desempeño productivo y reproductivo futuro (Espinosa *et al.*, 2014; Espinosa y Montiel, 2014; Vandehaar, 2001).

Por su parte, la evaluación del peso corporal maduro (**PCM**; %) permite estimar el desarrollo de los reemplazos de acuerdo a las medidas estándar encontradas en cada sistema de producción o establo en particular. Este se puede estimar tomando como referencia el PCM de las vacas adultas en el mismo ható, de acuerdo a la siguiente fórmula: $PCM = (\text{peso de la becerria} \times 100) / \text{peso promedio adulto de la raza (kg)}$ (Espinosa, *et al.* 2014). Vaquillas por debajo del PCM óptimo, destinan nutrientes tanto para crecer como para producir, en cambio cuando están por encima de estos valores óptimos, podrían incurrir en problemas de tipo reproductivo y metabólico (Looper y Bethard, 2000).

Generalmente, se ha aceptado que los reemplazos deben concebir entre los 13 a 15 meses de edad con 55% del PCM, y su primer parto entre los 22 a 25 meses de edad con 85% del PCM (DCHA, 2011; Ettema y Santos, 2004). Para lograr estas metas, es necesario que entre el destete y el primer parto los reemplazos presenten promedios de ganancias diarias de peso (GDP) entre los 750 y 850 gramos (Baley y Murphy, 2009; Espinosa *et al.*, 2014). En los cuadros 1 y 2 se muestran los valores ideales para los indicadores de desarrollo que deben presentar los animales de raza Holstein y Pardo Suizo en diferentes edades. Cuando los reemplazos alcanzan estos, de acuerdo a su raza y sistema de producción, pueden expresar su máximo potencial productivo y reducir los costos de crianza (Bach y Ahedo, 2008).

Cuadro 1. Peso y altura recomendados a diferentes edades para becerras lecheras de las razas Holstein y Pardo Suizo.

Edad (meses)	Peso corporal (kg)	Altura a la cruz (cm)
0	40-46	75.0-78.0
1	60-70	80.0-83.5
2	81-94	84.7-88.7
3	102-119	89.1-93.4
4	123-144	93.2-97.9
5	145-149	97.0-101.9
6	167-195	100.6-105.7
7	189-220	103.9-109.1
8	211-245	107.0-112.3
9	233-270	109.9-115.2
10	255-295	112.5-117.8
11	277-320	114.9-120.2
12	299-345	117.1-122.4
13	320-369	119.2-124.4
14	341-392	121.0-126.1
15	362-416	122.7-127.7
16	382-436	124.2-129.2
17	402-460	125.6-130.5
18	421-481	126.9-131.7
19	439-501	128.0-132.8
20	456-520	129.0-133.8
21	473-539	129.9-134.7
22	480-556	130.5-135.6
23	503-572	131.5-136.4
24	517-587	132.1-137.2
25	529-601	132.7-138.0

Adaptado de Espinosa *et al.* (2014).

Es indispensable supervisar que el desarrollo de los reemplazos se encuentre dentro los rangos sugeridos en los indicadores ideales, ya que variaciones en estas pueden traducirse en pérdidas económicas para la empresa lechera. Por ejemplo, vaquillas que presentan una GDP de 1130 g antes de la pubertad, paren en promedio a los 20.4 meses, pero presentan 10% menos de producción de leche en su primera lactancia (Vandehaar, 2001). Una elevada tasa de desarrollo en ciertas fases de la crianza, tiene una influencia negativa sobre la producción de leche futura de las vaquillas, esto asociado a una alta deposición de grasa en la glándula mamaria; además, puede promover obesidad y problemas al parto (Schingoethe y García, 2001; Vandehaar, 2001).

Por otra parte, cuando los reemplazos no presentan su primer parto de acuerdo a los indicadores sugeridos, se incrementan los costos de producción durante la crianza. Los costos por reemplazo desde el nacimiento hasta el primer parto son variables y pueden ir desde los 800 hasta los 1877 dólares (Baley y Murphy, 2009; Espinosa y Montiel, 2011; Schingoethe y García, 2001; Vandehaar *et al.*, 2001). Además, se ha indicado que después de la edad máxima al parto considerada como ideal en una vaquilla, por un lado incrementan los costos de la crianza en 2 dólares por día y por el otro, aumenta la necesidad de reemplazos en cantidades variables dependiendo de la tasa de mortalidad y la edad al primer parto de los reemplazos (Espinosa y Montiel, 2011; Looper y Bethard, 2000).

Cuadro 2. Indicadores recomendados al primer servicio y primer parto de vaquillas Holstein.

	Peso (kg)	Altura (cm)	Condición corporal	Edad (meses)	PCM
Primer servicio	340 a 350	121 a 130	3.0	13 a 15	50-60%
Primer parto	540 a 550	132 a 140	3.5 a 3.75	22 a 24	85-90%

Adaptado de Espinosa *et al.* (2014). PCM- peso corporal maduro.

Manejo de la alimentación en becerras lactantes

En general, durante el periodo de lactancia de las becerras se recomienda proporcionar una alimentación basada en leche entera o sustituto de leche, concentrado iniciador y forraje de calidad al final de esta etapa (Heinrichs y Jones, 2003). La leche entera se considera el alimento líquido de mayor calidad nutricional para las becerras y que estas pueden digerir fácilmente, pero su alto costo provoca que se busquen alternativas económicas como el sustituto de leche. El concentrado iniciador promueve el desarrollo ruminal y la pronta utilización de forrajes por las becerras (Schingoethe y García, 2001). El forraje por su parte, estimula el crecimiento de las capas musculares del rumen y el mantenimiento de la salud ruminal, pero este se recomienda utilizar sólo cuando las becerras ya consumen altas cantidades de concentrado (Heinrichs y Jones, 2003) o hasta la octava-décima semana de edad (Amaral-Phillips *et al.*, 2006).

En el caso de la alimentación líquida, convencionalmente se recomienda proporcionar una cantidad en litros a razón del 10% del peso corporal de las becerras (4 L a una becerro de 40 kg de peso; Amaral-Phillips *et al.*, 2006), lo cual permitirá aumentar la ingesta del concentrado iniciador en un menor periodo (Khan *et al.*, 2011). Sin embargo, a partir de la quinta semana de edad se espera que la becerro aumente su consumo de concentrado iniciador, por lo tanto, usualmente se recomienda reducir el porcentaje de leche o sustituto ofrecido a esta edad (Espinosa *et al.*, 2014).

Cuando se utilizan sustitutos de leche, estos deben contener entre 20 - 28% de proteína cruda, 10 - 22% de grasa y un máximo de 1-2% de fibra cruda (Heinrichs y Jones, 2003). Es importante que el polvo del sustituto sea reconstituido de acuerdo a las indicaciones del fabricante, para que se asegure el contenido nutricional apropiado en las dosis a ofrecer (Amaral-Phillips *et al.*, 2006). La calidad de la proteína en los sustitutos es esencial para que sea aprovechada por las becerras; por lo tanto, es preferible que sea de origen lácteo (leche descremada y productos del suero), o bien basados en soya adicionados con lisina y metionina, que mejore el perfil de aminoácidos (Heinrichs y Jones, 2003).

En cuanto al concentrado iniciador, debe contener de entre 18 y 20% de proteína cruda y 2.7 Mcal de EM/kg de materia seca (MS) (Espinosa *et al.*, 2014). Se recomienda ofrecer diariamente entre 50 y 100 gramos a partir del cuarto y hasta los primeros 15 días de edad, ya que el consumo será bajo (Espinosa *et al.*, 2014). Diariamente se debe retirar el concentrado rechazado y ofrecerlo a las becerras de mayor edad para evitar el desperdicio. Además, desde estas edades se debe proporcionar agua limpia y fresca a libre acceso, ya que esto promueve el mayor consumo de concentrado iniciador en un 30% e incrementa la GDP en un 38% (Amaral-Phillips *et al.*, 2006).

A partir de la tercera semana de edad se puede ofrecer concentrado iniciador a libre acceso; o bien, seguir un esquema de evaluación y ajuste diario de acuerdo a la capacidad de consumo de las becerras, lo cual evita el desperdicio (Hernández *et al.*, 2013). Al momento del destete se recomienda que las becerras se encuentren consumiendo al menos 700 gramos diarios de concentrado iniciador (Espinosa *et al.*, 2014).

Se recomienda utilizar concentrado iniciador con granos pequeños y de maíz procesado en textura gruesa, así como pellets enriquecidos con proteína, minerales y vitaminas. Además, se sugiere la inclusión de melaza para que se reduzca la separación de residuos y se mejore su palatabilidad (Heinrichs y Jones, 2003); esto debido a que la forma física del alimento, el tamaño de partícula y el procesamiento de los ingredientes, influye en el nivel del estímulo sobre las papilas ruminales y consecuentemente en su desarrollo (Beharka *et al.*, 1998). Por ejemplo, un ingrediente molido, expone una mayor superficie de acción para los microorganismos, lo cual induce mayor producción de ácidos grasos volátiles y desarrollo papilar ruminal, respecto a un ingrediente picado (Beharka *et al.*, 1998).

Se recomienda ofrecer alfalfa con abundante hoja (Heinrichs y Jones, 2003) a partir de la quinta semana de edad (Espinosa *et al.*, 2014), pero otros sugieren que sólo a partir del destete, cuando la becerro ya consume concentrado (Heinrichs y Jones, 2003).

Costos de la alimentación durante la lactancia en becerras

Como ya se ha mencionado, el costo de la crianza de los reemplazos constituye el costo indirecto de producción más importante para las empresas lecheras (Vandehaar *et al.*, 2001), incrementándose cuando las becerras permanecen lactando por periodos largos, en donde se han estimado 2.78 dólares/día por concepto de alimentación (Koçak y Günes, 2005). Por lo tanto, es indispensable realizar los manejos apropiados para reducir los costos en este rubro, promover el pronto desarrollo ruminal, pero sin afectar el desarrollo corporal de las becerras.

Los costos por concepto de alimentación de las becerras lactantes están asociados principalmente al tipo de alimento utilizado (sólido y líquido) y a la duración de la lactancia (Schingoethe y García, 2001). La inversión es directamente proporcional al costo del alimento y a la duración de la etapa. Por lo tanto, es importante que las unidades de producción cuenten con una estrategia de alimentación y de destete, que privilegie un desarrollo adecuado de las becerras sin incrementar significativamente sus costos.

En cuanto al tipo de alimento, es recomendable utilizar los de mejor calidad o con al menos las características nutricionales mencionadas en la sección previa. En algunos estudios se ha observado que becerras que reciben un sustituto de leche con 22% de proteína cruda tienen mayor GDP (0.847 vs 0.668 kg) que las que reciben uno con 20% (Estrada *et al.*, 2013a). Así mismo, que becerras que reciben un concentrado no adecuado (para vacas lecheras) tienen menores GDP que las becerras que consumen un concentrado iniciador apropiado o sólo consumen leche entera o sustituto (Gutiérrez, 2014).

Por otro lado, se ha indicado que cuanto más temprano se realice el destete de las becerras, menor será el costo por concepto de alimentación (Coleen *et al.*, 2007). En un estudio con becerras Holstein destetadas a diferentes edades (28, 35, 42, 56 y 70 días), se observó que el costo por cada kg de GDP, se incrementa conforme el destete se retrasa a los 56 y 70 días (Koçak y Günes, 2005). Sin embargo, también se ha indicado que destetes tempranos requieren de cuidados especiales en la alimentación y alojamiento de las becerras, de lo contrario se pueden tener efectos negativos en su desarrollo (Coleen *et al.*, 2007). Por lo tanto, en sistemas de producción familiar de leche generalmente se recomienda realizar destetes en tiempos convencionales alrededor de los 60 días (Espinosa *et al.*, 2014).

JUSTIFICACIÓN

El proceso de crianza de vaquillas de reemplazo, representa una inversión económica considerable en las unidades de producción de leche, la segunda más importante después de los costos totales de alimentación. Por lo tanto, es fundamental, para la rentabilidad de los establos, lograr que los reemplazos presenten una tasa de desarrollo corporal adecuada, que les permita concebir y tener su primer parto en las edades consideradas óptimas para su raza, con la menor inversión económica posible.

La lactancia constituye la etapa más costosa durante la crianza debido a los altos precios del alimento requerido para las becerras, pero además, es un momento clave para promover que éstas lleguen a ser rumiantes lo más pronto posible y puedan utilizar alimentos de bajo costo como los forrajes. En las unidades familiares de producción de leche, una alta proporción de productores realiza manejos de la alimentación de manera tradicional durante la lactancia. A pesar de que algunos de estos manejos tienen efectos negativos en el desarrollo corporal de las becerras, se siguen utilizando rutinariamente.

Lo anterior demanda la generación de información que sirva como base para valorar la viabilidad económica y productiva de los manejos utilizados tradicionalmente durante la lactancia en becerras. Esta información permitirá concientizar a los productores a cambiar/mejorar las prácticas de manejo de la alimentación utilizadas tradicionalmente en las becerras lactantes y contribuir a que los reemplazos en el SPF, presenten tasas de desarrollo y edades a primer parto acorde a los indicadores de desempeño óptimos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el sistema de producción familiar de leche en Los Altos de Jalisco, una alta proporción de reemplazos no cumple con los indicadores de desempeño considerados como óptimos para la raza Holstein. Lo anterior es sustentado por el hecho que más del 20% de los reemplazos presenta su primer parto después de los 30 meses de edad (óptimo entre 22 - 25 meses). En este sentido, se ha determinado que por cada mes de retraso del primer parto de las vaquillas (a partir de la edad óptima), se generan gastos adicionales por concepto de alimentación y se disminuye la vida productiva de los animales en las unidades de producción, limitando así la disponibilidad de reemplazos para mantener y/o hacer crecer el hato.

La etapa de lactancia constituye un periodo en que las becerras son altamente susceptibles a enfermarse, se afecte su desarrollo corporal y consecuentemente, su desempeño productivo futuro. En estudios realizados en unidades familiares de producción de leche en la región de Los Altos, se ha observado una amplia variedad de manejos de la alimentación y alojamiento de las becerras lactantes; así mismo, que algunos de estos manejos están influyendo negativamente en el desarrollo corporal de éstas. Por lo tanto, las condiciones de manejo de las becerras lactantes que se utilizan actualmente, contribuyen en el retraso de la presentación del primer parto de los reemplazos en la región.

HIPÓTESIS

En las unidades familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco, se utilizan prácticas de manejo de la alimentación durante la lactancia, que afectan negativamente el desarrollo de las becerras y tienen un alto costo económico.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la relación entre el manejo y el costo de la alimentación con el desarrollo corporal de becerras lactantes en unidades familiares de producción de leche en la región de Los Altos de Jalisco.

ESPECÍFICOS

- Determinar el tipo de alimentación y la dinámica de su manejo a través del periodo de lactancia en becerras de unidades familiares de producción de leche.

- Determinar los costos por concepto de alimentación durante el periodo de lactancia, en becerras de unidades familiares de producción de leche.

- Evaluar el desarrollo corporal durante el periodo de lactancia en becerras de unidades familiares de producción de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en los municipios de Tepatitlán de Morelos, San Ignacio Cerro Gordo y Valle de Guadalupe, pertenecientes a la cuenca lechera de Los Altos en el Estado de Jalisco, México. Estos municipios se localizan entre los 20 - 21° de Latitud Norte, 102° de Longitud Oeste y los 1522 - 2667 msnm. En el área de estudio el clima es templado subhúmedo, con temperaturas mínima y máxima de 4.2 y 31.6°C, respectivamente, la precipitación media anual es de 880.9 mm, concentrada principalmente entre los meses de junio a septiembre (Flores *et al.*, 2012).

Se realizó un estudio observacional de cohorte prospectivo (Dawson y Trapp, 2005), en el cual se incluyeron 12 unidades de producción representativas del SPF de leche en Jalisco (Cervantes *et al.*, 2001) y 193 becerras de la raza Holstein. Durante el periodo experimental, un equipo de trabajo, integrado por un médico veterinario zootecnista y dos pasantes de la carrera en medicina veterinaria y zootecnia, realizó visitas semanales a cada unidad de producción cooperante y se encargó del monitoreo del manejo, los registros económicos y del desarrollo corporal de las becerras, desde su nacimiento hasta el destete.

Se determinó el tipo, la cantidad y el costo de cada alimento ofrecido semanalmente a las becerras. Esto a partir de registros generados diariamente por los encargados de las becerras y/o el equipo de trabajo en cada unidad de producción, empleando hojas de campo que se les proporcionó para este propósito. Además, en cada visita del equipo de trabajo, se verificó la coherencia de los datos registrados y se realizaron mediciones directas al alimento suministrado (líquido y sólido).

La cantidad en litros de alimento líquido (calostro, leche entera y/o sustituto de leche) ofrecido, se obtuvo a partir de mediciones hechas a los recipientes (cubeta o mamila) utilizados para proporcionar este tipo de alimento. La cantidad en gramos de la alimento sólido (concentrado y/o forraje) ofrecido, se estimó a través de mediciones con báscula a las porciones suministradas. Con base en lo

anterior, se estimaron los costos por tipo de alimento y por la alimentación final ofrecida (combinación de alimento líquido y sólido ofrecido) a cada becerro durante su lactancia.

El desarrollo corporal de las becerros se determinó a través de la GDP y la ganancia diaria de la altura (GDA). Para ello, se registró el peso al nacimiento (PN), la altura al nacimiento (AN), el peso al destete (PD) y la altura al destete (AD) de las becerros. El peso se estimó a través de la medición de la circunferencia torácica empleando una cinta métrica específica para ganado Holstein y la altura, mediante una regla somatométrica de acuerdo a lo descrito por Heinrichs y Lammers (2008). Para obtener la GDP, se utilizó la siguiente fórmula: $GDP = PD - PN / \text{Días Lactando (DL)}$; y para obtener la GDA, la siguiente fórmula: $GDA = AD - AN / DL$.

Los datos sobre el tipo de alimentación líquida, tipo de alimentación sólida y alimentación final ofrecida a cada becerro, fueron sometidos a análisis de estadística descriptiva de frecuencias. Los datos sobre las cantidades y los costos de estos tipos de alimentación (líquida, sólida y final), así como de los DL, PN, AN, GDP y GDA, fueron sometidos a análisis de estadística descriptiva cuantitativa.

Las variables costo de alimentación final, GDP y GDA fueron sometidas a análisis de varianza, en donde se incluyó el tipo de alimentación final o la unidad de producción como variable independiente. En cada modelo estadístico para evaluar el costo de alimentación final, la GDP y la GDA, se incluyeron los DL, el PN y la AN como co-variables, respectivamente. Este arreglo estadístico se incluyó principalmente para tener medias ajustadas por efecto de las co-variables. En los modelos donde se incluyó el tipo de alimentación final, no se realizó el análisis para determinar diferencia estadística entre medias, debido al reducido número de observaciones.

Para todos los análisis, se utilizó la versión 9.0 del paquete estadístico SAS y para los análisis de varianza, se utilizó el procedimiento de Modelos Lineales Generalizados. Los valores de probabilidad ≤ 0.05 y ≤ 0.1 fueron considerados como significativos o tendencia, respectivamente.

RESULTADOS

En el cuadro 3, se muestran los porcentajes de utilización de los niveles de alimentación; líquida, sólida y tipo de alimentación final que se ofreció a las becerras durante su periodo de lactancia. En cuanto a la alimentación líquida se observó que más del 60% de las becerras recibieron sustituto de leche sólo o en combinación con leche entera. Con respecto a la alimentación sólida, dos opciones fueron las que predominaron (78%) con un amplio margen de diferencia sobre el resto de ellas: concentrado iniciador y el uso de este concentrado con rastrojo de maíz con grano. El resto de opciones estuvieron por debajo del 8% de uso.

La alimentación final predominante en las becerras fue el uso de sustituto de leche más concentrado iniciador (28.5%). Tres opciones adicionales con un porcentaje similar de uso fueron: 1) sustituto más concentrado iniciador más rastrojo de maíz con grano, 2) leche más concentrado iniciador y 3) leche más concentrado iniciador más rastrojo de maíz con grano. El resto de las combinaciones estuvieron por debajo del 8% de uso en las becerras.

Cuadro 3. Tipos de alimentación y porcentajes de su utilización (número de becerras recibiendo el tipo de alimentación/número total de becerras en el estudio).

Tipo de alimentación	Porcentaje
Alimentación líquida	
Leche entera	36.8 % (71/193)
Sustituto de leche	46.1 % (89/193)
Leche entera + sustituto de leche	17.1 % (33/193)
Alimentación sólida	
Concentrado iniciador	49.2 % (95/193)
Concentrado iniciador + otro concentrado*	2.1 % (4/193)
Concentrado iniciador + RMCG	29.0 % (56/193)
Otro concentrado + RMCG	7.3 % (14/193)
Concentrado iniciador + alfalfa	6.2 % (12/193)
Concentrado iniciador + otro concentrado + RMCG	2.1 % (4/193)
Concentrado iniciador + EMCG	0.5 % (1/193)
Concentrado iniciador + otro concentrado + EMCG	1.6 % (3/193)
Concentrado iniciador + otro concentrado + alfalfa + EMCG	1.0 % (2/193)
Concentrado iniciador + RMSG	1.0 % (2/193)
Alimentación final^{&}	
1.- SL + concentrado iniciador	28.5 % (55/193)
2.- SL + concentrado iniciador + RMCG	14.5 % (28/193)
3.- LE + SL + concentrado iniciador + RMSG	1.0 % (2/193)
4.- LE + concentrado iniciador	14.0 % (27/193)
5.- LE + concentrado iniciador + RMCG	14.0 % (27/193)
6.- LE + SL + concentrado iniciador	7.3 % (14/193)
7.- LE + SL + otro concentrado + RMCG	7.3 % (14/193)
8.- SL + concentrado iniciador + alfalfa	4.7 % (9/193)
9.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado + RMCG	2.1 % (4/193)
10.- LE + concentrado iniciador + EMCG	0.5 % (1/193)
11.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado + EMCG	1.6 % (3/193)
12.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado	2.1 % (4/193)
13.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado + alfalfa + EMCG	1.0 % (2/193)
14.- LE + concentrado iniciador + alfalfa	1.6 % (3/193)

*Concentrado no especial para becerras lactantes.

[&]Combinación entre la alimentación líquida y sólida proporcionada.

SL= Sustituto de leche; LE= Leche entera; RMCG= Rastrojo de maíz con grano; RMSG= Rastrojo de maíz sin grano; EMCG= Ensilado de maíz con grano.

En el cuadro 4 se observa que las becerras que recibieron los cuatro tipos de alimentación final ya mencionados previamente (los de mayor uso), tuvieron lactancias superiores a los 60 días. Además, se observa que una elevada edad al destete se presentó en un alto porcentaje de becerras y la alimentación final que empleó leche más concentrado iniciador fue ofrecida a becerras que tuvieron casi cien días en lactancia.

También se observa que el 50% de las unidades de producción presentaron distintos tipos de alimentación final a través del tiempo y se pudo observar desde una hasta cinco combinaciones de alimentación final. Esto mismo ocurrió en algunas unidades de producción para la duración de la lactancia, donde existieron becerras que se destetan hasta 60 días después de que lo hacen otras becerras en la misma unidad de producción.

Cuadro 4. Tipos de alimentación final en cada unidad de producción y promedios de días lactando en cada grupo de becerras.

Unidad de producción	Alimentación final	Días lactando
1	2.- SL + concentrado iniciador + RMCG n= 1/23	64.0
1	4.- LE + concentrado iniciador n= 10/23	68.0
1	5.- LE + concentrado iniciador + RMCG n= 9/23	72.0
1	6.- LE + SL + concentrado iniciador n= 3/23	70.3
2	1.- SL + concentrado iniciador n= 3/16	65.7
2	3.- LE + SL + concentrado iniciador + RMSG n= 2/16	65.0
2	6.- LE + SL + concentrado iniciador n= 11/16	62.3
3	4.- LE + concentrado iniciador n= 4/13	99.5
3	10.- LE + concentrado iniciador + EMCG n= 1/13	84.0
3	11.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* + EMCG n= 3/13	100.0
3	13.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* + alfalfa + EMCG n= 2/13	138.0
3	14.- LE + concentrado iniciador + alfalfa n= 3/13	78.3
4	2.- SL + concentrado iniciador + RMCG n= 27/27	77.0
5	7.- LE + SL + otro concentrado* + RMCG n=14/14	94.7
6	1.- SL + concentrado iniciador n= 17/17	49.4
7	1.- SL + concentrado iniciador n= 14/14	62.3
8	8.- SL + concentrado iniciador + alfalfa n= 4/4	84.3
9	1.- SL + concentrado iniciador	60.3

		n= 7/12	
9	8.- SL + concentrado iniciador + alfalfa		61.4
		n= 5/12	
10	4.- LE + concentrado iniciador		63.4
		n= 13/29	
10	5.- LE + concentrado iniciador + RMCG		66.9
		n= 16/29	
11	5.- LE + concentrado iniciador + RMCG		90.5
		n= 2/10	
11	9.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* + RMCG		88.5
		n= 4/10	
11	12.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado*		89.5
		n=4/10	
12	1.- SL + concentrado iniciador		62.3
		n=14/14	

*Concentrado no especial para becerras lactantes.

SL= Sustituto de leche; LE= Leche entera; RMCG= Rastrojo de maíz con grano; RMSG= Rastrojo de maíz sin grano; EMCG= Ensilado de maíz con grano.

En las figuras 1 y 2, se observa la dinámica a través del tiempo de cada tipo de alimentación. Aunque en general, durante el periodo de lactancia el ofrecimiento de alimentación líquida fue muy similar en las unidades de producción, con alrededor de 4 litros diarios durante toda la lactancia, y el ofrecimiento de alimentación sólida es muy variable a través de las semanas. Algunas unidades de producción no ofrecieron concentrado, algunas otras ofrecieron más de 3 kg. Mientras que algunas iniciaron ofreciendo concentrado desde la primera semana, algunas otras esperaron algunas semanas para hacerlo. De aquellas unidades de producción que ofrecieron forraje, predominó el ofrecimiento después de las primeras semanas de edad. Por otro lado, el patrón de ofrecimiento de alimentación líquida que se observó, sugiere la existencia predominante de destetes súbitos.

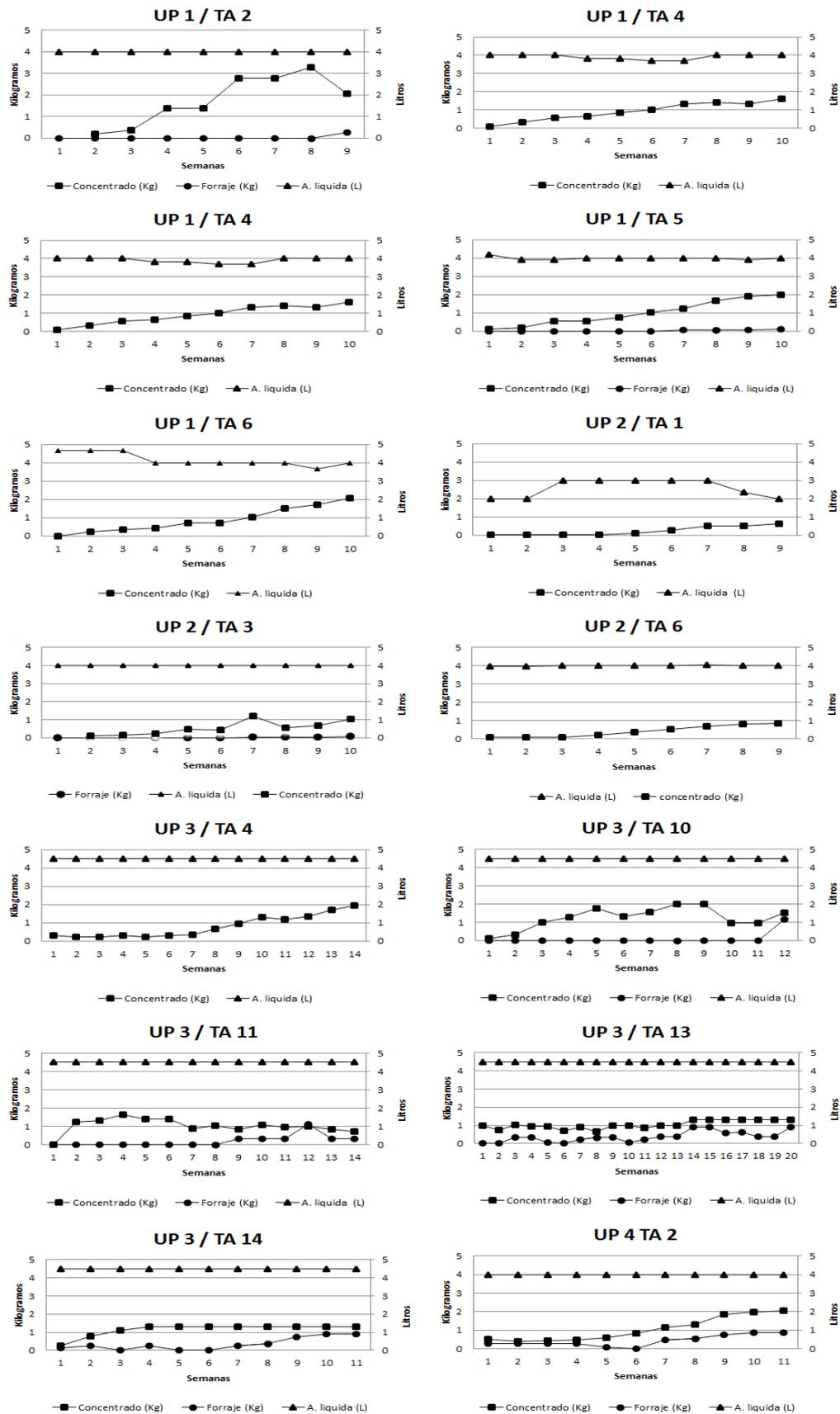


Figura 1. Dinámica para cada tipo de alimentación (TA) en las unidades de producción (UP) 1, 2, 3 y 4.

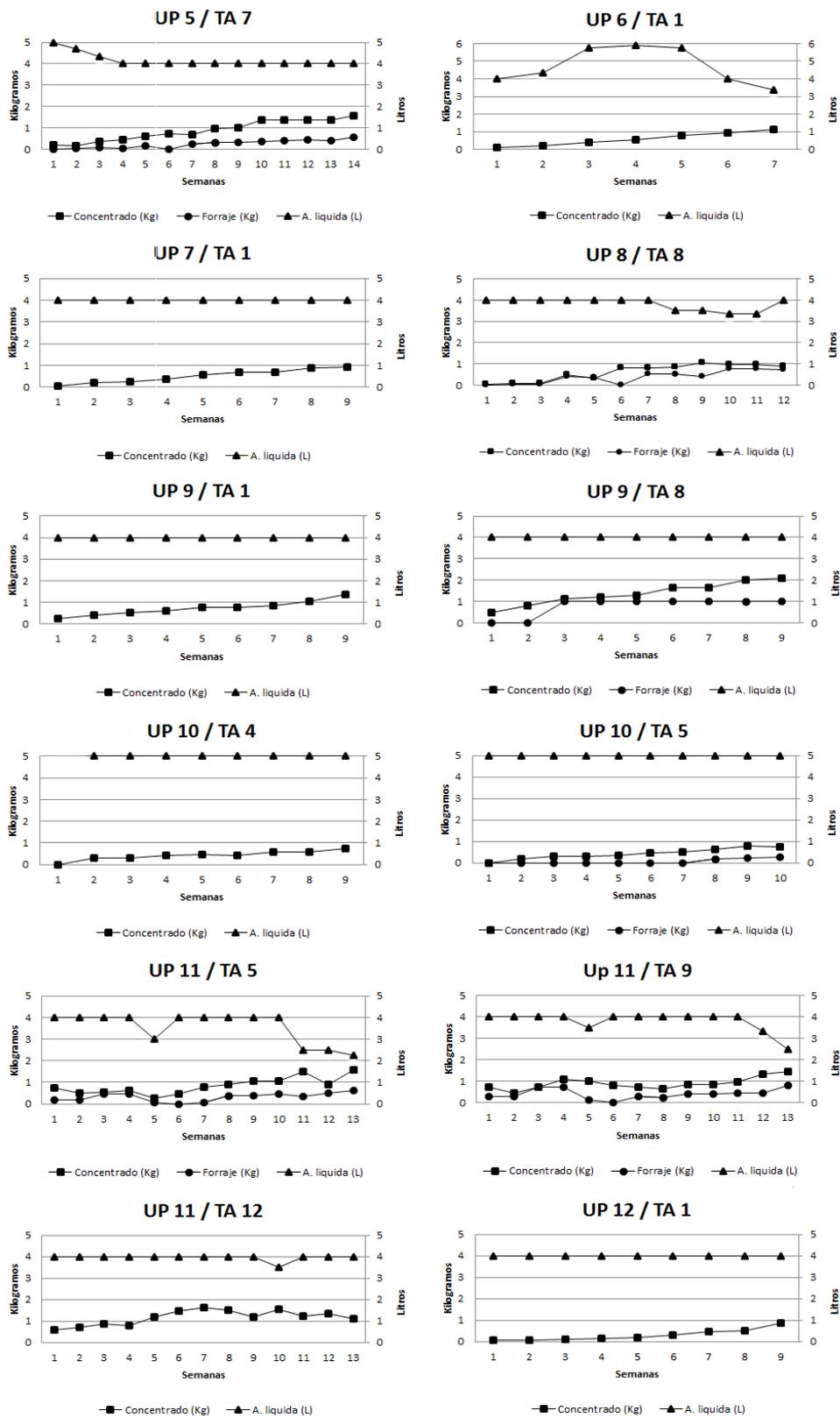


Figura 2. Dinámica para cada tipo de alimentación (TA) en las unidades de producción (UP) 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12

Como se puede observar en el cuadro 5, el costo por tipo de alimentación fue variable; esto depende en buena parte de la duración de la lactancia. La alimentación líquida es la que representó el mayor costo en el periodo de lactancia, fluctuando desde los \$589.5 hasta los \$3776.6 pesos. El monto en la alimentación final, fue desde \$679.9 hasta \$4908.3 pesos.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas del costo (en pesos mexicanos) de la alimentación sólida, alimentación líquida y alimentación final para el total de las becerras.

Estadística	Alimentación	Alimentación	Alimentación	Días
Descriptiva	Sólida	Líquida	Final &	Lactando
	n=193	n=193	n=193	n=193
Media	363.2	1470.1	1833.4	71.2
Mínimo	40.1	589.5	679.9	41
Máximo	1131.7	3776.6	4908.3	155
Primer cuartil	168.8	1250.0	1505.1	61
Segundo cuartil	304.6	1438.4	1823.7	67
Tercer cuartil	527.3	1655.6	2073.7	78

& Combinación entre la alimentación líquida y sólida proporcionada.

El peso al nacimiento de las becerras promedió 40.4 Kg, la altura promedio (80.03) (cuadro 6) fue ligeramente superior al valor recomendado (78.00) por Espinosa *et al.* (2014). Esto es importante ya que el desarrollo esquelético de un animal podría valorarse a través de su altura, que junto con el largo y el área pélvica podrían estar relacionados a eventos de distocia o al desempeño durante la primera lactación (Espinosa *et al.*, 2014; Hoffman, 1997). La GDP promedio estuvo por debajo de lo sugerido para esta etapa de la crianza.

Cuadro 6. Estadísticas descriptivas del peso y estatura al nacimiento, ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia diaria de altura (GDA) durante la lactancia en el total de las becerras.

Estadística Descriptiva	Peso al Nacimiento n=193	Estatura al Nacimiento n=193	GDP Kg n=193	GDA cm n= 193
Media	40.4	80.3	0.536	0.175
Mínimo	29.0	66.0	0.130	0.020
Máximo	52.0	89.0	1.090	0.400
Primer cuartil	39.0	79.0	0.430	0.130
Segundo cuartil	40.0	80.0	0.540	0.180
Tercer cuartil	42.0	82.0	0.620	0.220

En el cuadro 7 se presentan los resultados del análisis de varianza para determinar el efecto del tipo de alimentación sobre el costo y el desarrollo corporal de las becerras lactantes. En este análisis se presentaron diferencias estadísticamente significativas por efecto del tipo de alimentación ($P < 0.01$), para las tres variables incluidas, costo de la alimentación, GDP y GDA.

Se observó que en algunos casos el uso de un sustituto de leche disminuye los costos de la lactancia, sin embargo, el costo más bajo no se asoció a la menor ganancia diaria de peso. Sólo cuatro tipos de alimentación final permitieron a las becerras tener ganancias diarias de peso superiores a los 600 g/d, observando que se requiere un ingrediente adicional a una alimentación basada exclusivamente en alimentación líquida y concentrado iniciador para lograr estas ganancias de peso. Por otro lado, la menor ganancia diaria de peso se observó con la alimentación que incluía leche, concentrado iniciador y alfalfa.

Cuadro 7. Efecto de la alimentación final sobre el costo de la alimentación (en pesos mexicanos), la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de altura (GDA) de las becerras.

Alimentación final	Costo de la** Alimentación	GDP** Kg	GDA** Cm
1.- SL + concentrado iniciador n=55	1702.7 ± 50.9	0.458 ± 0.02	0.166 ± 0.01
2.- SL + concentrado iniciador + RMCG n=28	1849.4 ± 58.1	0.718 ± 0.03	0.216 ± 0.01
3.- LE + SL + concentrado iniciador + RMSG n=2	1209.1 ± 212.9	0.479 ± 0.09	0.130 ± 0.04
4.- LE + concentrado iniciador n=27	2078.8 ± 57.8	0.518 ± 0.03	0.169 ± 0.01
5.- LE + concentrado iniciador + RMCG n=27	2030.8 ± 57.8	0.552 ± 0.03	0.191 ± 0.01
6.- LE + SL + concentrado iniciador n=14	1284.9 ± 82.1	0.483 ± 0.04	0.157 ± 0.01
7.- LE + SL + otro concentrado* + RMCG n=14	1475.4 ± 97.7	0.509 ± 0.04	0.152 ± 0.01
8.- SL + concentrado iniciador + alfalfa n=9	1771.5 ± 100.1	0.468 ± 0.04	0.125 ± 0.02
9.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* + RMCG n=4	2081.7 ± 155.7	0.628 ± 0.07	0.247 ± 0.03
10.- LE + concentrado iniciador + EMCG n=1	2594.1±301.9	0.507 ± 0.13	0.211 ± 0.05
11.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* + EMCG n=3	2637.0 ± 186.4	0.574 ± 0.08	0.151 ± 0.03
12.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* n=4	1991.4 ± 156.3	0.743 ± 0.07	0.202 ± 0.03
13.- LE + concentrado iniciador + otro concentrado* + alfalfa + EMCG n=2	3075.9 ± 264.9	0.656 ± 0.09	0.175 ± 0.04
14.- LE + concentrado iniciador + alfalfa n=3	2500.2 ± 175.2	0.385 ± 0.08	0.106 ± 0.03

*Concentrado no especial para becerras lactantes.

**Nivel de P < 0.01 por efecto del tipo de alimentación; datos presentados como medias ± error estándar.

& Combinación entre la alimentación líquida y sólida proporcionada.

SL= Sustituto de leche; LE= Leche entera; RMCG= Rastrojo de maíz con grano; RMSG= Rastrojo de maíz sin grano; EMCG= Ensilado de maíz con grano.

En el cuadro 8, se presentan los resultados del análisis de varianza para determinar el efecto de la unidad de producción sobre el costo y el desarrollo corporal de las becerras lactantes. En este análisis se presentaron diferencias estadísticamente significativas por efecto de la unidad de producción ($P < 0.01$), sobre las tres variables analizadas.

Se observó que las unidades de producción con los más altos costos ni las de los más bajos costos por lactancia tuvieron las mejores o peores ganancias de peso, respectivamente. Sin embargo, las mejores ganancias de peso tuvieron un costo similar (unidades de producción 4 y 11).

Cuadro 8. Efecto de la unidad de producción sobre el costo (en pesos mexicanos) de la alimentación, la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de altura (GDA) de las becerras.

Unidad de Producción	Costo de** Alimentación	GDP** Kg	GDE** Cm
1 n=23	1955.5 ± 45.4 ^c	0.584 ± 0.03 ^b	0.187 ± 0.01 ^{bcd}
2 n=16	1513.8 ± 56.5 ^e	0.473 ± 0.03 ^{cdef}	0.166 ± 0.01 ^{cdef}
3 n=13	2395.8 ± 81.8 ^a	0.555 ± 0.04 ^{bc}	0.161 ± 0.01 ^{cdef}
4 n=27	1799.3 ± 43.3 ^d	0.721 ± 0.02 ^a	0.216 ± 0.01 ^a
5 n=14	1268.5 ± 74.0 ^f	0.511 ± 0.03 ^{bcd}	0.153 ± 0.01 ^{def}
6 n=17	2183.2 ± 67.9 ^{ab}	0.450 ± 0.03 ^{def}	0.156 ± 0.01 ^{def}
7 n=14	1825.0 ± 60.6 ^d	0.414 ± 0.03 ^{ef}	0.143 ± 0.01 ^{ef}
8 n=4	1172.3 ± 111.5 ^f	0.346 ± 0.06 ^f	0.114 ± 0.03 ^f
9 n=12	2070.2 ± 66.0 ^{bc}	0.519 ± 0.04 ^{bcd}	0.148 ± 0.02 ^{ef}
10 n=29	2099.3 ± 41.9 ^b	0.470 ± 0.02 ^{def}	0.170 ± 0.01 ^{cde}
11 n=10	1781.8 ± 77.2 ^d	0.705 ± 0.04 ^a	0.215 ± 0.02 ^{ab}
12 n=14	1162.0 ± 60.6 ^f	0.490 ± 0.03 ^{cde}	0.198 ± 0.01 ^{abc}

**Nivel de P < 0.01 por efecto de la unidad de producción; datos presentados como medias ± error estándar.

^{abcdef}Diferentes literales entre las medias dentro de cada variable de respuesta, indica diferencia estadística significativa.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio sustentan la hipótesis planteada, ya que varias de las prácticas de manejo de la alimentación, utilizadas en los establos durante la lactancia afectaron negativamente el desarrollo de las becerras durante este periodo y resultaron costosas (Koçak y Günes, 2005).

Los porcentajes obtenidos para los niveles de alimentación líquida, alimentación sólida y tipo de alimentación final (cuadro 3), que se ofreció a las becerras durante su periodo de lactancia, muestran variación en los criterios implementados por los productores para manejar a las becerras durante la etapa de lactancia. Así mismo, el alto porcentaje de becerras que recibieron sustituto de leche sólo o en combinación con leche entera, sugiere que en la región estudiada el productor intenta reducir costos mediante su uso.

Con respecto a la alimentación sólida, dos opciones fueron las que predominaron (78%) con un amplio margen sobre el resto de ellas: concentrado iniciador y el uso de este concentrado con rastrojo de maíz con grano. Aunque se ha recomendado que el ensilado de maíz sólo sea empleado a mayor edad de la becerria (5-6 meses de edad; Espinosa *et al.*, 2014), se observa que algunos productores hicieron uso del mismo durante el periodo previo al destete. Adicionalmente, se emplearon forrajes de bajo valor nutricional como el rastrojo de maíz, cuando lo ideal es ofrecer forrajes con un mayor valor nutricional como alfalfa (Espinosa *et al.*, 2014; Heinrichs y Jones, 2003), que fue ofrecida sólo al 7.2% de las becerras.

Por otro lado, es interesante observar la gran diversidad en las dietas ofrecidas a las becerras durante la lactancia. En total fueron 14 opciones en la alimentación final, lo que puede ser un reflejo de lo heterogéneo del SPF en sus diferentes procesos (Espinosa *et al.*, 2011). La alimentación final predominante en las becerras fue el uso de sustituto de leche más concentrado iniciador (28.5%). Tres opciones adicionales con un porcentaje similar de uso fueron las becerras que recibieron: 1) sustituto más concentrado iniciador, más rastrojo de maíz con grano, 2) leche más concentrado iniciador y 3) leche más concentrado iniciador más rastrojo de maíz con grano. El

resto de las combinaciones estuvieron por debajo del 8% de uso en las becerras. Estos datos dejan ver dos cosas importantes; en primer lugar, el uso extendido de concentrado iniciador en las dietas ofrecidas a las becerras y en segundo lugar el uso de forrajes de baja calidad en algunas de ellas.

El empleo de concentrado iniciador desde la primera semana de edad es algo importante y ampliamente recomendado, ya que esto permite el desarrollo ruminal de las becerras y asegura que al llegar al destete estén plenamente adaptadas al cambio de alimentación que tendrán, permitiendo incluso el destetar a una menor edad (Pérez *et al.*, 1990; Schingoethe y García, 2001). Sin embargo, como se comentó previamente también es recomendable utilizar forrajes de mayor valor nutricional en estas etapas tempranas de vida de las becerras.

Por otro lado, se presentó una elevada edad al destete en un alto porcentaje de becerras y la alimentación final que empleó leche más concentrado iniciador fue ofrecida a becerras que tuvieron casi cien días en lactancia (Cuadro 4). Esto, como se muestra en el cuadro 5, representa un mayor gasto económico para el productor ya que esta etapa es la de mayor costo en la crianza de la becerro (Gabler *et al.*, 2000; Heinrichs, 1993; Schingoethe y García, 2001), por lo que se recomienda realizar destete a los 60 días, siempre y cuando las becerras ya se encuentren consumiendo al menos 700 g/d de concentrado durante varios días consecutivos (Espinosa *et al.*, 2014). Aunque destetes más tempranos se han recomendado, esto requiere de un excelente manejo nutricional e instalaciones adecuadas (Coleen *et al.*, 2007), que generalmente no existen en las unidades de producción del SPF.

Las elevadas edades al destete también podrían ser el resultado de una baja ganancia de peso de la becerro durante la lactancia. Una supervisión inadecuada de este proceso, donde no se utilicen registros de indicadores como de crecimiento y de consumo, darán como resultado que los productores realicen el destete de manera subjetiva, en el momento que ellos consideren adecuado. Como se había mencionado previamente, se presentó una gran diversidad en las dietas que se ofrecieron a las becerras, incluso esto ocurrió en la misma unidad de producción como se observa en el cuadro 4. Algo similar se presentó en algunas unidades de producción para la duración de la lactancia, donde existieron becerras que se destetaron hasta 60 días

después de que lo hicieron otras becerras en la misma unidad de producción, resaltando que el sistema es heterogéneo, aun dentro del mismo establo y evidenciando que no se tiene un protocolo establecido para la etapa de lactancia en el SPF.

La dinámica a través del tiempo de cada tipo de alimentación indica en general, que el ofrecimiento de alimentación sólida es muy variable a través de las semanas. Así, no existe un patrón similar que distinga a este SPF en la región en estudio, ya que mientras algunas unidades de producción no ofrecieron concentrado, algunas otras ofrecieron más de 2 y hasta 3 kg/d. De aquellas unidades de producción que ofrecieron forraje, predominó el ofrecimiento después de las primeras semanas de edad. Por otro lado, el patrón de ofrecimiento de alimentación líquida que se observó, sugiere la existencia predominante de destetes súbitos lo cual podría no ser la mejor opción, ya que se ha indicado que un destete gradual podría reducir el estrés de las becerras asociado a este evento (Vasseur *et al.*, 2010).

El peso al nacimiento de las becerras promedió 40.4 Kg, lo que está acorde a lo recomendable (Espinosa *et al.*, 2014) y le provee mayores probabilidades de sobrevivencia a la cría ya que es un reflejo de su vigor (Barrier *et al.*, 2012; Espinosa y Montiel, 2012b). La altura promedio fue ligeramente superior al valor recomendado (Espinosa *et al.*, 2014). La ganancia diaria de peso promedio estuvo por debajo de lo sugerido para esta etapa de la crianza. Se ha descrito que las becerras deben duplicar su peso registrado al nacer para cuando son destetadas (60 días), lo que implica una ganancia diaria de peso de al menos entre 650-750 g/d (Baley y Murphy, 2009; Espinosa *et al.*, 2014). Estas deficiencias en ganancia diaria de peso no ocurrieron en la ganancia diaria de altura, ya que el valor promedio fue similar a lo recomendado por otros autores (Espinosa *et al.*, 2014).

Algunas consecuencias de los indicadores de crecimiento en etapas tempranas de vida de las becerras se reflejarán en su desempeño posteriormente, por lo que un cuidado especial deberá enfocarse principalmente en lograr las ganancias de peso adecuadas durante el periodo de lactancia, evitando así afectar su comportamiento productivo y reproductivo futuro (Looper y Bethard, 2000; Vandehaar, 2000; Wathes *et al.*, 2008).

Como se muestra en el cuadro 7, existen diferencias estadísticamente significativas por efecto del tipo de alimentación ($P < 0.01$), para las tres variables incluidas, costo de la alimentación, ganancia diaria de peso y ganancia diaria de altura. Aunque el menor costo estuvo asociado a la alimentación final con: a) leche, sustituto de leche y concentrado iniciador y b) leche, sustituto de leche, concentrado iniciador y rastrojo de maíz sin grano, no fueron los que presentaron las mejores ganancias de peso. Estas fueron conseguidas para las opciones que incluyeron: a) sustituto de leche, concentrado iniciador y rastrojo de maíz con grano y b) leche, concentrado iniciador y otro concentrado. Se observó que en algunos casos el uso de un sustituto de leche disminuye los costos de la lactancia, sin embargo, el costo más bajo no afectó a la ganancia de peso de manera similar. Esto sugiere que otros factores ajenos a la alimentación podrían estar asociados a estas respuestas en el crecimiento (Gutiérrez, 2014).

Sólo cuatro tipos de alimentación final permitieron a las becerras tener GDP superiores a los 600 g/d, observando que se requiere un ingrediente adicional a una alimentación basada exclusivamente en alimentación líquida y concentrado iniciador para lograr estas GDP. Por otro lado, la menor ganancia diaria de peso se observó con la alimentación que incluía leche, concentrado iniciador y alfalfa. Aunque esta podría considerarse una buena opción de alimentación, factores como la cantidad diaria consumida de alimento sólido calidad nutricional y los días que las becerras lo estuvieron recibiendo podrían explicar el resultado obtenido (Rincker *et al.*, 2011).

Finalmente, se observó que existe un efecto estadísticamente significativo de la unidad de producción, sobre el costo de la alimentación y el desarrollo corporal de las becerras lactantes, siendo que, ni las unidades de producción con los más altos costos ni las de los más bajos costos por lactancia tuvieron las mejores o peores ganancias de peso, respectivamente.

CONCLUSIONES

Se encontraron prácticas de manejo de alimentación de las becerras que afectan negativamente su desempeño. Se observó que en las unidades de producción estudiadas los tipos de alimentación ofrecidos a las becerras, en particular la alimentación sólida y final son muy variables. Aunque se tiene un uso extendido de concentrados iniciadores y/o de otro tipo, las bajas ganancias de peso observadas sugieren que su empleo no es el adecuado en cantidad y/o calidad. Adicionalmente, se tiene un uso amplio de forrajes que pueden tener una calidad menor a lo recomendable para las primeras semanas de vida de las becerras.

Finalmente, los costos por alimentación también son variables, dependiendo de la duración de su lactancia y al parecer no se asocian de igual manera a las ganancias de peso observadas, lo que estaría provocando que varios productores estén realizando un gasto excesivo en la alimentación de las becerras, que no se ve reflejado favorablemente en sus ganancias diarias de peso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral-Phylips D., Scharko P.B., Johns J.T., Franklin S. (2006). Feeding and managing baby calves from birth to 3 months of age. Cooperative Extensive Service, University of Kentucky, College of Agriculture. ASC- 61. Disponible en: <http://www.ca.uky.edu>. Consultado el 02 de febrero de 2016.
- Álvarez F.G., Herrera H.J.G., Alonso B.G., Barrera S.A. (2012). Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. Arch. Med. Vet.; 44(3): 237-242.
- Arias L.E., Tovar M.R., Núñez G., Bonilla J.A., Osuna S.E., Estrada C.E., Villareal H.J. (2012). Tipología de los sistemas de lechería familiar en los altos de Jalisco, México. Memorias 2ª Reunión internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal. Rumiantes mayores. Zacatecas, México. Páginas 16-20.
- Bach A., Ahedo J. (2008). Record keeping and economics of dairy heifers. Vet Clin. Food Anim. 24:1 17–138.
- Baley T., Murphy J.M. (2009). Monitoring dairy heifers growth. Dairy science. Virginia cooperative extensión.
- Barrera C.G., Sánchez B.C. (2003). Caracterización de la cadena agroalimentaria nacional e identificación de sus demandas tecnológicas. Leche. Programa nacional estratégico de necesidades de investigación y de transferencia de tecnología reporte final etapa II.I:5-22. Disponible en: www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/bovinos-leche.pdf Consultado el 20 marzo de 2015
- Barrier A.C., Ruelle E., Haskell M.J., Dwyer C.M. (2012). Effect of a difficult calving on the vigour of the calf, the onset of maternal behaviour, and some behavioural indicators of pain in the dam. Prev Vet Med; 103(4): 248-256.

Beharka A.A., Nagaraja T.G., Morril J.L., Kennedy G.A., Klemm R.D. (1998). Effects of form of diet on anatomical, microbial and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 81:1946-1955.

Cervantes E.F., Santoyo C.H., Álvarez M.A. (2001). *Lechería familiar, factores de éxito para el negocio.* 1ª ed. UACH/CIESTAAM-PIAI/CONACYT. Plaza y Valdés. México.

Claridades Agropecuarias. (2010). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. Coordinación General de Ganadería, SAGARPA. Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-34.pdf> Páginas 34-43.

Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas. (C.N.O.G) (2013). Información económica pecuaria. *Boletín Informativo Pecuario* 23. Disponible en: http://www.cnog.org.mx/_documentos/10753_BoletinEconomico23.pdf Consultado el 21 de abril de 2015.

Coleen J., Heinrichs J., Kehoe S., Elizondo J. (2007). Destetar más temprano a becerras ahorra dinero. *Hoard's Dairyman.* 9:567-570.

Dairy Calf and Heifer Association (DCHA). (2011). *Dairy Calf and Heifer Association Gold Standards.* Madison, WI. Disponible en: <http://www.calfandheifer.org/?page=goldstandards>. Consultado el 2 de febrero de 2016

Dawson S.B., Trapp R.G. (2005). *Bioestadística médica.* Editorial manual moderno. México, D.F.

Espinosa M.M.A., Montiel O.L.J. (2011). Indicadores de crecimiento y desarrollo en la crianza de vaquillas de reemplazo. *Ganadero*. XXVI; 94-102.

Espinosa M.M.A., Montiel O.L.J. (2014). Indicadores en la crianza de reemplazos y calidad de calostro en sistemas de lechería familiar. *Ganadero*. Páginas 94-96.

Espinosa M.M.A., Estrada C.E., Barretero H.R., Rodríguez H.E., Escobar R.M.C. (2014). Crianza de becerras para sistemas familiares/semitecnificados de producción de leche. Ajuchitlán, Colón, Querétaro, México. Folleto para productores. INIFAP primera edición pág. 1-58.

Espinosa M.M.A., Estrada C.E., Ramírez R.E., Mellado B.M., Montiel O.L.J., Vera A.H.R., Loza G.L.J. (2013). Calidad de alimentos empleados en la crianza de becerras en sistemas familiares-semitecnificados de producción de leche. Memorias 25ª Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, México, Universidad Juárez del estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Páginas 731-735.

Espinosa M.M.A., Estrada C.E., Vera A.H.R., Hernández V.J.O., Mellado B.M., Ramírez S.M., Martínez T.G. (2012). Indicadores productivos, factores de riesgo e impacto de prácticas de manejo en la eficiencia de la crianza de reemplazos. En: www.inifap-nortecentro.gob.mx/contenido/nodos/pagnodos.aspx?nd=20. Consultado el 02 de febrero de 2016

Espinosa M.M.A., Montiel O.L.J., Estrada C.E., Mellado B.M., Vera A.H.R., Ramírez S.M. (2012). Indicadores productivos-reproductivos de vaquillas de reemplazo, en sistemas de lechería familiar. Memorias XXXVI Congreso Nacional de Buiatría. Mérida, Yucatán. 1271-1278.

Espinosa O.V.E., Jiménez J.R.A., Gil G.G.I., Alonso P.A., Brunett P.L., García H.L.A. (2011). Lechería familiar. En: La Jornada del Campo. La Jornada. 17 de diciembre de 2011; No. 51. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/12/17camlecheria.html>. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2013.

Estrada C.E., Espinosa M.M.A., Maldonado R.E., Villaseñor G.F., Álvarez G.H., Montiel O.L.J. (2013a). Factores que influyen en la ganancia de peso de becerras durante la lactancia, en un establo bajo el sistema de producción especializado. Memorias 25ª Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, México, Universidad Juárez del estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Páginas 441-445.

Estrada C.E., Espinosa M.M.A., Barretero H.R., Rodríguez H.E., Escobar R.M.C. (2014). Manejo del ganado bovino adulto en establos familiares/semitecnificados de producción de leche. Folleto para productores Núm. 1. INIFAP - Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Páginas 1 - 70.

Ettema J.F., Santos J.E.P. (2004). Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *J. Dairy Sci.* 87:2730–2742.

Financiera Rural. (2014). Panorama de la carne y leche de bovino. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Bovino%20%28may%202014%29.pdf>. Consultado el 2 de febrero de 2016.

Flores H.E., Olmos J.J., Ramírez H., Fuentes V.O., Reynoso O., Moreno H. (2007). Caracterización del sistema de producción de leche de la cuenca hidrográfica El Jihuete, Jalisco, México. Memorias del II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba. 26-29 noviembre.

- Flores L.U.E., Chávez D.A.A., De la Mora O.C., Ruíz CJA. (2012). *Zonificación Agroclimática de los Altos de Jalisco*, México. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Folleto técnico Num. 1. INIFAP-CIRPAC. Páginas 18-42.
- Gabler M.T., Tozer P.R., Heinrichs A.J. (2010). Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the cost to raise a replacement dairy heifer. *J. Dairy Sci.* 83: 1104-1109.
- García M.J.G., Mariscal A.D.V., Caldera N.N.A., Ramírez V.R., Estrella Q.K., Núñez D.R. (2007). Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *INCI, Caracas.* 32(12):841-846.
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037818442007001200009&script=sci_arttext Accedido en: 02 marzo 2015.
- Gutiérrez M.J.P. (2014). Identificación de prácticas de manejo que afectan el desarrollo de becerros durante la lactancia en establos familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista, CUALTOS - U de G. Tepatitlán de Morelos Jalisco, México.
- Heinrichs A.J., Jones C.M. (2003). Feeding the new born dairy calf. <http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/ud013.pdf> Fecha de consulta: 5 de mayo de 2015.
- Heinrichs A.J., Jones C.M., Gray S.M., Heinrichs P.A., Cornelisse S.A., Goodling R.C. (2013). Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *J. Dairy Sci.* 96:7355–7362.
- Heinrichs A.J. (1993). Raising dairy replacement heifers to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.* 76:3179–3187.

- Hernández R.K. Valenzuela J.N., Salazar S.M.A., Núñez H.G., Villa G.A. (2013). Ganancias diarias de peso de becerras Holstein durante la lactancia mantenidas bajo seguimiento del consumo de alimento concentrado. Memorias 25ª Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, México, Universidad Juárez del estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Páginas 305-309.
- Hoffman P.C. (1997). Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Animal Sci.* 75: 836-845.
- Khan M.A. Weary D.M., Von Keyserling M.A.G. (2011). Effects of milk ratio non solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94: 1071-1081.
- Koçak Ö., Günes H. (2005). The growth and survival characteristic of Holstein female calves weaned at various ages. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 29: 511-516.
- Looper M., Bethard G. (2000). Management considerations in Holstein heifer development. Cooperative extensión service. College of Agriculture and Home Economics. New México State University.
- Medina C.M. (2006). Mejoría en los índices de sobrevivencia y de la productividad de becerras y vaquillas lecheras. Departamento de reproducción, FMVZ, UNAM, México, DF.
- Núñez H.G., Vera A.H.R., Román P.H. (2009). Importancia y procesos en la producción de leche de bovino en México. En: Producción de leche de bovino en el sistema familiar. Vera A.H.R., Hernández A.L., Espinosa G.J.A., Ortega R.L., Díaz A.E., Román P.H., Núñez H.G., Medina C.M., Ruíz L.F.J. (Eds). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 24. México, Veracruz. Páginas 2-17.

- Núñez H.G., Faz C.R., Chew M.Y., Nava C.U., Reta S.D.G., Figueroa V.U., Peña R.A. (2005). Bovino leche: Leche fluida para consumo nacional. www.inifap-nortecentro.gob.mx/contenido/nodos/pagnodos.aspx?nd=20. Consultado el 2 de febrero de 2016
- Pérez E, Noordhuizen J.P.T.M., van Wuijkhuise L.A., Stasse E.N. (1990). Management factors related to calf morbidity and mortality rates. *Livest Prod. Sci.* 25: 79-93.
- 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.
- Rincker D.E.L., Vandehaar M.J., Wolf C.A., Liesman J.S., Chapin L.T. y 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: 3554-3567.
- Romero A.T.H. (2005). Como comprar vaquillas de reemplazo. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgZooG007.pdf> Accedido en 02 marzo 2015.
- Schingoethe D.J., García A. (2001). Alimentación y manejo de becerras y vaquillas lecheras. Extensión extra. Cooperative extensión service. College of Agricultural & Biological Sciences / South Dakota State University /USDA.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2013a). Resumen estatal pecuario. www.siap.gob.mx/resumen-estatal-pecuario/ Accedido el 19 de abril de 2015.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2013b). Resumen nacional pecuario. www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/ Accedido el 19 de abril de 2015.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2014). Bovino leche, población ganadera 2004-2013. http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/Bovinos_leche.pdf. Accedido el 19 de febrero de 2015
- Svensson C. & Hultgren J. (2008). Associations between housing, management, and morbidity during rearing and subsequent first-lactation milk production of dairy cows in southwest Sweden. *J. Dairy Sci.* 91:1510–1518.
- Unión Ganadera Regional de Jalisco (U.G.R.). (2015). Crianza de becerras para reemplazo. Consultado el 2 de febrero de 2016 en: http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=551
- United States Department of Agriculture (USDA). (2006). México opens markets to U.S. dairy heifers. Consultado el 2 de febrero de 2016, en: <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentidonly=true&contentid=2006/10/0397.xml>
- Vandehaar M.J. (2001). Accelerated growth for dairy heifers: I'd rather bet on blackjack. Department of Animal Sciences. Michigan State University. Páginas 123-131.
- Vasseur E., Borderas F., Cue R.I., Lefebvre D, Pellerin D., Rushen J., Wade K.M., Passillé A.M. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J Dairy Sci.* 93:1307-1315.
- Velázquez M.M., Hernández S.J.R. (2008). Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de vaquillas Holstein Friesian importadas a la comarca lagunera, México. *Revista Chapingo, serie zonas áridas* 7: 91-105.
- Wathes D.C., Brickell J.S., Bourne N.E., Swali A., Cheng Z. (2008). Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal.* 2(8):1135–1143.