

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



**RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PERI-PARTO DE LAS VACAS, CON EL DESARROLLO CORPORAL DE SUS CRÍAS EN UNIDADES FAMILIARES DE PRODUCCIÓN DE LECHE.**

TESIS PRESENTADA POR:  
**MOISÉS GARCÍA GONZÁLEZ**

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 Jiménez Severiano

Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Octubre de 2016.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi futura esposa que siempre me motiva a seguir adelante y que siempre está ahí cuando más la necesito, a mi padre que es quien me exige en aumentar mis conocimientos y a mi madre que me da su bendición desde el cielo, quienes siempre se preocuparon por mi bienestar y me dieron la mejor educación posible.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco sinceramente a la institución que me formó en mi carrera, por todos los conocimientos adquiridos y oportunidades de crecer que se me han brindado. Además les agradezco a todos mis maestros, sobre todo a los que me apoyaron directamente en mi tesis, mi director, asesores y sinodales que me guiaron para culminar este reto de la mejor manera.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre las características del peri-parto de las vacas, con el desarrollo de sus crías en unidades familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco. Se realizó un estudio observacional de cohorte prospectivo, en el cual se incluyeron 12 unidades de producción representativas del sistema de producción familiar (SPF) en Jalisco y 219 vacas y becerras de la raza Holstein. Las prácticas de manejo evaluadas fueron la duración del periodo seco (PERSEC), si las vacas recibieron o no algún tipo de vacunación (VACPSEC), si las vacas recibieron o no dieta de reto (DIETRET), el porcentaje de requerimientos nutricionales ofrecido durante el periodo seco temprano (REQPSEC) y el periodo seco tardío (REQRETO) respecto al 100% requerido para cada etapa, la duración del periodo seco y el parto de cada animal. Además se evaluó como condiciones individuales en el peri-parto de las vacas: la condición corporal al secado (CCSEC), condición corporal al parto (CCPAR), número de parto de cada animal (NPAR), si las vacas recibieron asistencia o no al parto (DIST) y si presentaron o no retención placentaria (RP). Los datos fueron analizados por medio de regresión univariada. Los resultados mostraron que una becerro aumenta su probabilidad de nacer con un peso bajo en 3.59 veces, cuando es el primer parto de su madre vs aquellas becerras cuya madre tiene más de un parto. Adicionalmente, las becerras aumentan esta misma probabilidad en 2.57 veces, cuando su madre tiene una condición corporal  $<2.75$  al secado vs aquellas becerras, cuya madre tiene una condición corporal de al menos 2.75 o mayor. Por otro lado, becerras que nacen de madres primerizas o de madres con una baja condición corporal al parto o de madres que no recibieron dieta de reto, aumentaron la probabilidad de nacer con una baja altura. Las becerras cuyas madres tuvieron una condición corporal baja al parto ( $<2.75$ ), aumentaron 1.92 veces la probabilidad de tener una baja ganancia diaria de peso vs aquellas becerras que fueron hijas de vacas con una condición corporal al parto mayor o igual a 2.75. Además, las becerras redujeron su probabilidad de tener una baja ganancia diaria de peso, cuando sus madres no recibieron dieta de reto o tuvieron bajos ofrecimientos de sus requerimientos nutricionales diarios en el periodo seco temprano o tardío. También se pudo identificar que el no vacunar en periodo seco, el no uso de dieta de reto y el bajo porcentaje de requerimientos ofrecidos diariamente en el periodo seco tardío, redujeron en un 69%, 63% y 57% respectivamente, la probabilidad de tener una becerro con baja ganancia diaria de altura (GDA). Se concluye que las becerras del SPF en la región de Los Altos de Jalisco tuvieron en promedio indicadores al nacimiento que son adecuados; sin embargo, algunos de estos indicadores y otros que se registran en sus primeros meses de vida, pueden estar asociados a eventos ocurridos durante el periparto de sus madres.

## CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
MARCO TEÓRICO	4
Producción de leche de bovino en México.	4
Características del sistema de producción familiar.	5
Importancia de la producción de vaquillas para reemplazo en México.	6
Indicadores de desempeño en vaquillas para reemplazo.	7
El peri-parto de las vacas y el desarrollo corporal de las becerras.	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
OBJETIVOS	13
HIPÓTESIS	14
MATERIALES Y MÉTODOS	15
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN	27
CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	32

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Pesos y alturas recomendadas para becerras y vaquillas lecheras de la raza Holstein.	9
Cuadro 2	Prácticas de manejo y condiciones individuales de las vacas durante el peri-parto.	19
Cuadro 3	Estadísticas descriptivas para el peso al nacimiento (PN), la altura al nacimiento (AN), peso al destete (PD), altura al destete (AD), la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de altura (GDA).	20
Cuadro 4	Análisis de regresión univariada para un bajo peso al nacimiento (<39 kg): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.	21
Cuadro 5	Análisis de regresión univariada para una baja altura al nacimiento (<78cm): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.	22
Cuadro 6	Análisis de regresión univariada para una baja ganancia diaria de peso (<0.455gr): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.	24
Cuadro 7	Análisis de regresión univariada para una baja ganancia diaria de altura (<0.141cm): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.	26

## INTRODUCCIÓN

En México, la producción de leche de bovino se genera bajo diferentes sistemas, clasificados de acuerdo a sus condiciones tecnológicas, socioeconómicas y agroecológicas (SE, 2012). En el sistema de producción familiar (SPF) de leche, frecuentemente se realizan manejos inadecuados en los procesos como alimentación, reproducción o crianza, lo cual usualmente se traduce en baja productividad (Estrada *et al.*, 2014). A pesar de ello, se ha indicado que estos SPF cuentan con un buen potencial de crecimiento vertical si se realizan mejoras en sus procesos (García *et al.*, 2007), identificando y corrigiendo las prácticas de manejo inadecuadas, lo cual permitirá mejorar las condiciones de productividad en dicho sistema.

La crianza de vaquillas para reemplazo constituye un elemento económicamente trascendental para las empresas lecheras, ya que representa el segundo gasto más fuerte de inversión y generalmente se empieza a recuperar hasta la primera lactancia de los animales (Heinrichs *et al.*, 2013). Además, debido a que los reemplazos constituyen el futuro del hato productor y la siguiente generación de progreso genético en las unidades de producción (Bach y Ahedo, 2008), es indispensable identificar y corregir cualquier manejo zootécnico que influya negativamente en el desempeño productivo futuro de las vaquillas, como por ejemplo su inadecuado desarrollo corporal (Svenson *et al.*, 2006; Wathes *et al.*, 2008).

El desarrollo corporal de los reemplazos y su desempeño productivo futuro puede ser influenciado por factores asociados al manejo y a las condiciones individuales de sus madres durante el peri-parto (Svenson *et al.*, 2006; Wathes *et al.*, 2008). En estudios realizados en humanos y animales (McMillen *et al.*, 2001; Godfrey y Barker, 2001; Lancaster, 2014; Larson *et al.*, 2009; Redmer *et al.*, 2004; Wu *et al.*, 2006), se ha determinado que alteraciones del medio ambiente uterino ocasiona que los fetos realicen adaptaciones en su desarrollo (denominado programación fetal) y que se altere la expresión de los genes en su vida futura (cambios epigenéticos). Lo anterior puede traer como consecuencia cambios permanentes en la estructura corporal, fisiología y metabolismo de las crías.

En el ganado bovino productor de carne, los manejos inapropiados en las vacas a través de las diferentes etapas de la gestación y el parto, se pueden traducir en consecuencias negativas del desempeño productivo futuro de sus crías, especialmente en su desarrollo corporal, características de la canal, comportamiento reproductivo y de salud (Lancaster, 2014; Larson *et al.*, 2009; Llewellyn *et al.*, 2012; Martin *et al.*, 2007; Micke *et al.*, 2015). Por otra parte, en el ganado Holstein se han realizado pocos estudios al respecto y aunque se han encontrado evidencias de dichos efectos (Baños *et al.*, 2007; Swali y Wathes, 2007), se requiere de más estudios para obtener resultados concluyentes como en el ganado de carne.

En el sistema de producción familiar (SPF) es común observar que durante el peri-parto, las vacas no reciban los manejos zootécnicos apropiados de acuerdo a su estado fisiológico. Las vacas llegan al parto con una condición corporal sub-óptima ( $\bar{x}$ =2.89 puntos en la escala de 1 a 5; Estrada *et al.*, 2010) y que presentan una alta incidencia de partos con asistencia y retención placentaria (> 10%; Vera *et al.*, 2014). Por otra parte, se ha observado que una alta proporción de becerras (> 25%; Espinosa *et al.*, 2012b; Estrada *et al.*, 2013; Gutiérrez, 2014) presenta un bajo peso al nacimiento y desarrollo corporal sub-óptimo durante su periodo de lactancia. Por lo tanto, es fundamental determinar si los manejos y condiciones individuales de las vacas durante el peri-parto, están influyendo negativamente en el desarrollo corporal temprano de las becerras y consecuentemente, en su productividad futura en dicho sistema de producción.



## JUSTIFICACION

Los objetivos del proceso de crianza en las unidades de producción lecheras, se enfocan en asegurar que los reemplazos presenten una adecuada tasa de desarrollo corporal y de salud, que les permita expresar al máximo su potencial productivo, al menor costo posible. Una manera de determinar que estos objetivos se están cumpliendo es a través del desarrollo corporal y la edad que deben tener las vaquillas en su primer parto (85% de su peso corporal maduro y 22-25 meses). En el sistema de producción familiar (SPF) no se están cumpliendo cabalmente dichos objetivos, ya que una alta proporción de reemplazos (> 20%) presenta su primer parto después de los tiempos considerados como óptimos en el ganado lechero Holstein.

En estudios recientes se ha determinado que una alta proporción (> 25%) de becerras presenta un bajo desarrollo corporal al momento del nacimiento y a través de la etapa de lactancia. Así mismo, que en una alta proporción de establos, las vacas secas no reciben los manejos zootécnicos apropiados para esta etapa fisiológica, que llegan al parto con una condición corporal sub-óptima y que presentan una alta incidencia de problemas de distocia y retención placentaria. Sin embargo, no existen estudios en donde se haya determinado la asociación entre el manejo y las condiciones individuales de las vacas durante su peri-parto, con el desarrollo corporal temprano de sus crías.

La ineficiencia para cumplir con los objetivos de la crianza de reemplazos en el SPF, demanda la identificación de los manejos zootécnicos que afectan directa o indirectamente el desarrollo corporal y el desempeño productivo de las vaquillas. En particular, los resultados de la presente investigación podrían contribuir a concientizar a los productores para optimizar los manejos de las vacas durante el peri-parto, mejorar los indicadores de desempeño del proceso de crianza y a disminuir los costos de producción en las empresas lecheras bajo el SPF.

## MARCO TEÓRICO

### Producción de leche de bovino en México

En México, la producción de leche de bovino constituye un sector de importancia, debido a que éste producto y sus derivados son parte sustancial de la canasta básica de los mexicanos (PROFECO, 2015); además porque contribuye con parte del 3% del producto interno bruto derivado del sector pecuario (INEGI, 2015). La leche de bovino, proviene de sistemas desarrollados en condiciones agroecológicas, tecnológicas y socioeconómicas diferentes, y con base en sus características, algunos autores los han clasificado en sistemas de doble propósito, especializado y sistemas de producción familiar (SPF) (García *et al.*, 2007; Núñez *et al.*, 2009).

El sistema de doble propósito se encuentra distribuido principalmente en las regiones tropicales del país, cuenta con un nivel tecnológico bajo y generalmente son explotaciones de tamaño pequeño o mediano. Por su parte, el especializado se distribuye con frecuencia en las zonas semiáridas y desérticas; cuenta con un nivel tecnológico alto y con centenas de vientres por establo, primordialmente de la raza Holstein. Finalmente, el SPF se localiza principalmente en regiones templadas y semiáridas y cuenta con un nivel tecnológico de medio a bajo, donde predomina el ganado de raza Holstein manejado en establos de tamaño mediano a pequeño (Arias *et al.*, 2012; Vera *et al.*, 2009).

En los últimos años, la tendencia de la producción de leche de bovino en México ha sido hacia la alza con excepción del 2008 (FIRA, 2011) y recientemente, fuentes oficiales indican una producción de alrededor de 11 mil millones de litros anuales (SIAP, 2015a). De la producción de leche total en el país, el sistema de doble propósito contribuye con el 18%, el especializado con el 51% y el SPF un 31% (Núñez *et al.*, 2005). En cuanto al inventario ganadero para la producción de leche, este constituye poco más de 2.41 millones de cabezas (SIAP, 2015b), de las cuales el sistema de doble propósito contabiliza el 60%, el familiar el 23% y el especializado el 17% (García *et al.*, 2007; SAGARPA, 2000). Adicionalmente, es importante indicar que Jalisco ocupa el primer lugar a nivel nacional en producción de leche, con un aporte de más de 2 mil millones de litros (el 18.9%; SIAP, 2015a).

### Características del sistema de producción familiar.

La principal característica que determina al sistema de producción familiar (SPF), es que los integrantes de una familia son los principales encargados, tanto de realizar las actividades agrícolas para la producción del forraje empleado en la alimentación del ganado, como de realizar el manejo del mismo (Cervantes *et al.*, 2001). Debido a lo anterior y a que las inversiones realizadas en este tipo de empresas son de mediana a baja escala, los establos familiares son más resistentes a las crisis económicas del país y al constante precio bajo de la leche, respecto a los establos intensivos (Arriaga y Pearson, 2002).

En la región de Los Altos de Jalisco, los establos del SPF representan un 70 a 80% del total de las unidades lecheras (Cervantes *et al.*, 2001). La mayoría de estas se encuentran en zonas rurales, aunque es posible ubicar una proporción en las zonas urbanas y peri-urbanas (Cervantes y Cesín, 2007). Los productores cuentan con extensiones de terreno (alrededor de 49 Ha) en donde se tiene el establo y el ganado se maneja principalmente de manera semi-estabulada (72%) y en menor proporción por estabulación (23%) y pastoreo (5%; Arias *et al.*, 2012). En algunas publicaciones (Arias *et al.*, 2012; García *et al.*, 2007) se ha indicado que el promedio del hato productor es de 41 animales, con rangos entre 10 y 90 vacas; no obstante, actualmente se puede observar un incremento en el número de establos de mayor tamaño en la región.

En los procesos productivos en los establos, el ordeño puede ser mecánico o manual, aunque este último está tendiendo a desaparecer en la región de Los Altos, con una prevalencia del 26% en años recientes (Arias *et al.*, 2012). Es poco frecuente que se tenga control de registros económicos y productivos en los establos (Cervantes *et al.*, 2001); a pesar de ello, actualmente se puede observar que los establos que cuentan con asesoría especializada, están poniendo mayor atención a esta actividad (Vélez *et al.*, 2013).

Por otro lado, la inseminación artificial está tomando mayor relevancia en los establos y actualmente en al menos 80% de ellos se realiza esta práctica, aunque todavía se sigue utilizando la monta natural como método reproductivo. Por lo general, no se tiene establecido un programa de mejoramiento genético, en el cual

se realice selección de los animales con base a criterios definidos y alineados a los objetivos del programa (Arias *et al.*, 2012). Finalmente, la alimentación en este sistema de producción se basa en la utilización de forraje de maíz (en rastrojo o ensilado), concentrados comerciales, esquilmos de algunas cosechas agrícolas y del pastoreo en agostadero o pradera (Arias *et al.*, 2012; Vera *et al.*, 2009).

### Importancia de la producción de vaquillas para reemplazo en México

La producción de vaquillas para reemplazo en México representa un tema de importancia para la ganadería lechera, debido a su demanda y a la baja eficiencia para producirlas con desarrollo corporal y potencial genético adecuados. La necesidad de producir reemplazos de calidad en el país se refleja en las estadísticas de importación anual de vaquillas lecheras, ya que entre el 2000 y 2009 se importaron un total de 247,581 cabezas con un valor de 331 millones de dólares. Los principales países proveedores fueron Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, con una participación del 42, 37 y 14%, respectivamente (Esquivez, 2009). A pesar de la problemática para cubrir los requerimientos de reemplazos en el país, esta situación constituye un área de oportunidad para las empresas lecheras que puedan generar reemplazos adicionales.

Los requerimientos de reemplazos lecheros en México, son primordialmente derivados del sistema intensivo de producción, en el cual los establos requieren de alrededor del 35% al año (Weigel *et al.*, 2003) para mantener o aumentar el número de vacas en producción (Luna, 2014). La alta demanda de reemplazos en este sistema de producción se relaciona a los problemas de desempeño reproductivo de las vacas (CNOG, 2013) y de mortalidad en la recría (Medina y Montaldo, 2002) que enfrentan la mayoría de los establos. Por lo tanto, los productores del sistema de producción intensivo se ven forzados a importar vaquillas de otros países, no obstante el costo que esto implica.

Aunque la calidad y el costo por reemplazo constituyen los principales criterios utilizados por los productores para decidir de qué lugar importar, sin duda una de las limitantes para hacerlo está relacionada al estatus zoonosanitario del país de origen (OIE, 2014). Actualmente, México se encuentra libre de algunas enfermedades como la fiebre aftosa y la encefalitis espongiforme bovina, pero en

constante riesgo debido a la posible introducción de enfermedades a través de la importación de animales (OIE, 2014). Por lo tanto, desde el punto de vista económico y de control del estatus sanitario en el país, es imprescindible realizar mayores esfuerzos para cubrir los requerimientos de reemplazos lecheros mediante la producción de vaquillas a nivel nacional.

En este sentido, los establos de tipo familiar podrían tener una alta participación, ya que frecuentemente tienen reemplazos excedentes que podrían vender. Sin embargo, los inadecuados manejos (de alimentación, mejoramiento genético, etc.) implementados durante la crianza y que comúnmente se ven reflejados en los indicadores de desempeño de los reemplazos, ocasiona que los productores del sistema intensivo vean como última opción la compra de vaquillas provenientes de los establos familiares. No obstante, en algunas ocasiones estos últimos se han convertido en los principales proveedores de reemplazos hacia cuencas lecheras en el país (La Laguna o Aguascalientes), especialmente cuando por problemas sanitarios, se ha impedido la importación de ganado bovino en pie de Estados Unidos y Canadá.

#### Indicadores de desempeño en las vaquillas para reemplazo

A través de los años se han realizado esfuerzos por establecer indicadores de desempeño de los reemplazos, en donde se consideren las tasas de desarrollo corporal, que privilegien la mayor productividad futura de las vaquillas y la menor inversión económica durante la crianza (Bach y Ahedo, 2008). En este sentido, las mediciones del peso vivo, altura a la cruz, la condición corporal y el porcentaje del peso corporal maduro de los reemplazos, constituyen los indicadores de apoyo más importantes para determinar los valores óptimos que los animales deben presentar en diferentes edades o eventos clave a través de su crianza (Espinosa *et al.*, 2104).

En general, se recomienda que los reemplazos de raza Holstein reciban su servicio entre los 13 y 15 meses de edad y 55% de su peso corporal maduro, de tal manera que presenten su primer parto entre los 22 y 25 meses de edad con un 85% de su peso corporal maduro (DCHA, 2011; Ettema y Santos, 2004). Para lograr lo anterior, es importante que a través de la crianza los animales presenten los valores de desarrollo para peso vivo y altura a la cruz descritos en el cuadro 1. En

particular, se recomienda que las becerras lecheras pesen de 40 a 45 kg al nacimiento y dupliquen este peso al momento del destete (2 meses de edad). Así mismo, se sugiere que los reemplazos presenten una condición corporal de 2.5 a 2.75 entre los tres meses de edad y la pubertad y de 3.0 a 3.5 entre el primer servicio y el parto (Espinosa y Montiel 2011).

En diferentes estudios (Ettema y Santos, 2004; Vandehaar, 2001; Zanton y Heinrichs, 2005), se ha determinado que valores por arriba o por abajo de la tasa de desarrollo corporal de los reemplazos considerada como óptima durante la crianza, tienen repercusiones negativas en su producción de leche futura y los costos de producción. En este sentido, se ha establecido que las vaquillas deben presentar una ganancia diaria de peso (GDP) entre 799 y 836 gramos, considerando el periodo entre su nacimiento y su primer parto (Zanton y Heinrichs, 2005). Se ha observado que cuando las vaquillas presentan GDP superiores a un kilogramo, producen 10% menos leche en su primera lactancia (Vandehaar, 2001). Por otra parte, las vaquillas que presentan una tasa de desarrollo sub-óptima pueden tener una menor tasa de concepción al servicio y retrasar su edad al primer parto (Wathes *et al.*, 2008), lo cual generalmente se traduce en pérdidas económicas por cada día de retraso respecto a las edades consideradas como óptimas (Schingoethe y García, 2001).

En el sistema de producción familiar (SPF), se ha indicado que la GDP promedio de las becerras lactantes es de 566 g (Gutiérrez, 2014) y entre 200 y 1200 g en las etapas posteriores (Espinosa *et al.*, datos por publicar). Sin embargo, no se ha determinado la relación entre las tasas de desarrollo y la producción futura de los reemplazos. Por otra parte, también se ha observado que las vaquillas están recibiendo su primer servicio en promedio a los 19.6 meses y más del 50% de los reemplazos presenta su primer parto después de los 25 meses de edad (Espinosa *et al.*, 2012). Aunque no se tienen resultados concluyentes, la información previa permite inferir que en el sistema familiar, la productividad y rentabilidad de sus establos está siendo afectada por el inadecuado manejo de la crianza de reemplazos.

Cuadro 1. Pesos y alturas recomendadas para becerras y vaquillas lecheras de la raza Holstein.

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	167-196	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
15	362-416	122.7-127.7
20	456-520	129.0-133.8
23	503-572	131.5-136.4
24	517-587	132.1-137.2
28	559-634	134.3-140.6

Adaptado de Espinosa y Montiel (2011).

### El peri-parto de las vacas y el desarrollo corporal de las becerras

Como ya se mencionó, en el ganado lechero las tasas de desarrollo corporal sub-óptimas durante las etapas tempranas de la vida de los reemplazos, pueden tener repercusiones negativas en su vida productiva futura (Svenson *et al.*, 2006; Wathes *et al.*, 2008). En este sentido, se ha observado que cuando becerras lecheras presentan una tasa de crecimiento baja durante su desarrollo temprano, tienden a presentar problemas de fertilidad al servicio, edades prolongadas al primer parto, menores niveles de producción de leche (Wathes *et al.*, 2008) y mayor incidencia de mastitis clínica durante su primera lactancia (Svenson *et al.*, 2006). Por lo tanto, es indispensable identificar y corregir cualquier manejo que influya negativamente sobre las tasas de desarrollo de las becerras y de esta manera, contribuir a reducir las pérdidas económicas en las empresas lecheras.

En humanos y animales, se ha indicado que alteraciones del medio ambiente uterino ocasiona que los fetos realicen ciertas adaptaciones en su desarrollo, lo cual puede traer como consecuencia cambios permanentes en su estructura corporal, fisiología y metabolismo; a este proceso se le ha denominado "programación fetal" (Godfrey y Berker, 2001; Wu *et al.*, 2006). Aunque el crecimiento de los fetos es principalmente determinado por su herencia genética, las condiciones medio ambientales adversas que los fetos enfrentan, pueden alterar la expresión de los genes en su vida futura (cambios epigenéticos) y consecuentemente su fenotipo (Lancaster, 2014; Llewellyn *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2006). En este sentido, se ha indicado que fetos sometidos a diferentes tipos de estrés, especialmente los de tipo nutricional, usualmente presentan bajo peso al nacimiento e inadecuada tasa de desarrollo corporal.

En ganado bovino productor de carne, se ha indicado que manejos inapropiados en las vacas durante la gestación, se traducen en consecuencias negativas en el desempeño futuro de sus crías, especialmente en su desarrollo corporal, características de la canal, comportamiento reproductivo y de salud (Lancaster, 2014; Larson *et al.*, 2009; Llewellyn *et al.*, 2012; Martin *et al.*, 2007; Micke *et al.*, 2015). También se ha indicado que las crías nacidas de partos asistidos, presentan una tasa de desarrollo 7% más lenta durante su lactancia y un



menor peso al destete (aprox.13 kg), que las crías nacidas de partos sin asistencia (Goonewardene *et al.*, 2003).

En el ganado bovino de la raza Holstein, existen menos estudios en donde se haya tratado de identificar el efecto de manejos de las vacas gestantes y al parto sobre el desarrollo corporal y desempeño productivo de sus crías; a pesar de ello, si se han encontrado evidencias sobre su existencia (Schoonmaker, 2014; Wathes *et al.*, 2008). En un estudio realizado con ganado Holstein (Swali y Wathes, 2007), se observó que las vaquillas hijas de vacas primíparas, presentaron un menor peso al nacimiento y fertilidad al primer servicio, que las hijas de vacas múltiparas. En otro estudio (Baños *et al.*, 2007), se observó que una mejor condición corporal de las vacas durante el segundo y tercer tercio de su gestación, se tradujo en efectos favorables sobre la condición corporal de sus hijas durante su primera lactancia, así como en un incremento de la tasa de no retorno a otro servicio y menor número de servicios por concepción; no obstante, también presentaron una ligera disminución en su producción de leche.

Bajo las condiciones comunes de los sistemas de producción familiar, frecuentemente no se realizan los manejos zootécnicos apropiados de las vacas en su peri-parto. En este sentido, se puede observar que las vacas no reciben una alimentación adecuada durante el periodo seco temprano y tardío; además, que no llegan al parto con una condición corporal óptima, que no reciban condiciones ambientales y de manejo apropiadas al parto, entre otras prácticas. Sin embargo, no existen estudios en donde se hayan documentado los manejos realizados en las vacas del sistema familiar y sus efectos en el desarrollo corporal de las crías y su desempeño productivo futuro.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los costos de la crianza de las vaquillas para reemplazo constituyen el segundo gasto más importante en las unidades de producción lechera, y los recursos económicos invertidos generalmente se empiezan a recuperar hasta que los animales llegan a su primera lactación. En este sentido, la recomendación habitual para las empresas lecheras que utilizan ganado Holstein, es que los reemplazos presenten su primer parto entre los 22 y 25 meses de edad. De lo contrario, los costos por cada reemplazo se incrementan y la duración de su vida productiva disminuye, situación que influye negativamente en la productividad de las empresas.

Se ha demostrado que alrededor del 50% de los reemplazos en las unidades familiares de Los Altos de Jalisco, presenta su primer parto después de los 25 meses de edad. Este escenario se debe al sub-óptimo desarrollo corporal y al inadecuado manejo que generalmente reciben las becerras durante su crianza; pero además, puede estar asociado a las características del peri-parto de las vacas y sus posibles efectos en el desarrollo corporal de sus crías.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la relación entre las características del peri-parto de las vacas con el desarrollo corporal de sus crías en unidades familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco.

### **Específicos**

- Identificar las prácticas de manejo en los establos y las condiciones individuales de las vacas durante el peri-parto.
  
- Determinar el desarrollo corporal de las becerras al nacimiento y durante su periodo de lactancia.

## **HIPÓTESIS**

En las unidades familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco, algunas prácticas de manejo y condiciones individuales de las vacas durante el peri-parto, afectan negativamente el desarrollo corporal temprano de sus crías.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los municipios de Tepatitlán de Morelos, San Ignacio Cerro Gordo y Valle de Guadalupe, lo cuales se encuentran en la cuenca lechera de Los Altos en el estado de Jalisco, México. Estos municipios se localizan entre los 20 y 21° de Latitud Norte, 102° de Longitud Oeste y los 1522 a 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 sistema familiar en Jalisco (Cervantes *et al.*, 2001) y 219 vacas y becerras de la raza Holstein. Durante el periodo experimental, un equipo de trabajo realizó visitas semanales a cada unidad de producción cooperante y se encargó de registrar las prácticas de manejo y las condiciones individuales de las vacas durante el parto, así como el desarrollo corporal de las becerras al nacimiento y al destete.

Las prácticas de manejo evaluadas fueron: la duración del periodo seco (PERSEC), si las vacas recibieron o no algún tipo de vacunación en el periodo seco (VACPSEC), si las vacas recibieron o no dieta de reto (DIETRET), el porcentaje de requerimientos nutricionales ofrecido durante el periodo seco temprano respecto al 100% requerido para esta etapa (REQPSEC) y el porcentaje de nutrientes ofrecido durante el periodo seco tardío respecto al 100% requerido para esta etapa (REQRETO). La duración del periodo seco se obtuvo considerando las fechas del secado y el parto de cada animal. En cada visita semanal, se preguntaba si se había realizado algún manejo de vacunación a las vacas y qué tipo de vacuna se había utilizado; así mismo, se preguntaba y se constataba en comedero el tipo y la cantidad de alimento que se ofrecía a las vacas durante el periodo seco temprano (días transcurridos entre el secado y el inicio del periodo seco tardío) y durante el periodo seco tardío (los últimos 21 días antes del parto).

Las variables REQPSEC y REQRETO se obtuvieron a través del programa CPM Dairy V3 (Fox *et al.*, 1992; Roseler *et al.*, 1997). Para ello, el programa se

calibró con información promedio de cada unidad de producción sobre: el número de lactancia, la edad actual, la edad al primer parto, el intervalo entre partos, el peso actual, los días de preñez y de la condición corporal. Además, se incluyeron promedios de algunas variables climáticas como: la temperatura ambiental, la humedad relativa, la velocidad del viento, las horas expuestas a la luz solar y presencia o no de lodo en los corrales. Así mismo, se incluyeron las cantidades y el contenido nutricional de cada ingrediente utilizado en la ración de las vacas en cada unidad de producción. La mayor parte del contenido nutricional de los ingredientes utilizados, se obtuvo a través de análisis bromatológicos realizados en muestras tomadas en las unidades de producción; sin embargo, algunos valores fueron tomados de resultados obtenidos de otro estudio realizado en las mismas unidades (González, 2015).

Las condiciones individuales evaluadas en el peri-parto de las vacas fueron: la condición corporal al secado (CCSEC), condición corporal al parto (CCPAR), el número de parto de cada animal (NPAR), si las vacas recibieron asistencia o no al parto (DIST) y si presentaron o no retención placentaria (RP). Para obtener la condición corporal de las vacas, se realizaron evaluaciones de acuerdo a lo descrito por Espinosa *et al.* (2014) y en cada ocasión, se registraba el promedio de dos evaluadores. El número de partos de cada animal se obtuvo con base en los registros de cada estable. Un parto con asistencia fue considerado cuando las vacas recibieron ayuda (ya sea menor o mayor) al momento de la expulsión de la cría. Un parto con retención placentaria (RP) fue considerado cuando las vacas expulsaron sus membranas fetales después de las 12 h post-expulsión de la cría; y sin RP, cuando expulsaron dichas membranas en las primeras 12 h.

El desarrollo corporal temprano de las becerras se evaluó a través del peso vivo al nacimiento (PN), la altura al nacimiento (AN), las ganancias diarias de peso (GDP) y las ganancias diarias de altura (GDA) durante el periodo de lactancia. Para estimar el peso vivo, se realizaron mediciones de la circunferencia torácica de los animales, detrás de las extremidades anteriores y de las escápulas, empleando una cinta métrica específica para ganado Holstein. Para estimar la altura, se empleó una regla somatométrica en la cual se registró la altura a la cruz de las becerras, de acuerdo a lo descrito por Heinrichs y Lammers (2008). Para estimar la GDP, el

PN, el peso vivo al destete (PD) y los días lactando (DL) se incluyeron en la fórmula:  $GDP = PD - PN / DL$ . Para estimar la GDA, la AN, la altura al destete (AD) y los DL se incluyeron en la fórmula:  $GDA = AD - AN / DL$ .

Las variables CCSEC, CCPAR y PERSEC se analizaron por estadística descriptiva, posteriormente fueron transformadas en variables binomiales CCSEC ( $\geq 2.75$  vs.  $< 2.75$  puntos), CCP ( $\geq 2.75$  vs.  $< 2.75$  puntos) y PERSE ( $\geq 63$  vs.  $< 63$  días), respectivamente; esto considerando como cohorte el valor del segundo cuartil de su distribución. Las variables NPART, PN, AN, GDP y GDA también fueron analizadas por estadística descriptiva y transformadas en variables binomiales: NPART (1 vs.  $\geq 2$  partos), PNAC ( $< 39.0$  kg = baja vs.  $\geq 39.0$  = alto), ANAC ( $< 78.0$  cm = baja vs.  $\geq 78.0$  cm = alta), GDPB ( $< 0.455$  kg= baja vs.  $\geq 0.455$  = alta) y GDAB ( $< 0.141$  cm = baja vs.  $\geq 0.141$  cm = alta). En estos casos se consideró como cohorte el valor del primer cuartil de la distribución de cada variable (Cuadro 4).

Con base en lo anterior, se realizaron análisis de regresión logística univariada para determinar la relación de un desarrollo corporal bajo de las becerras (PNAC, ANAC, GDPB y GDAB) con sus posibles factores de riesgo: CCSEC, CCPAR, PERSE, NPART, VACPSEC, DIETRET, CALPART y RP. En los análisis que presentaron diferencias estadísticas significativas o de tendencia sobre la variable de respuesta, se estimó el valor de la razón de grados de probabilidad y el intervalo de confianza al 95 %. Los valores de  $P \leq 0.05$  y  $\leq 0.1$  fueron considerados como significativos o tendencia, respectivamente. Para todo lo anterior, se utilizó el paquete estadístico del SAS.

## **RESULTADOS**

### **Prácticas de manejo en los establos y condiciones individuales de las vacas durante el peri-parto.**

En el cuadro 2 se incluyen los resultados de prácticas de manejo y condiciones que presentaron las vacas durante el periparto. La mayoría de ellas no fueron vacunadas durante el periodo seco previo. El porcentaje de vacas que recibieron más del 58% de sus requerimientos nutricionales durante el periodo seco temprano, fue muy similar al de las que recibieron también más del 68%, durante el periodo seco tardío. La dieta de reto se le dio a un porcentaje de vacas ligeramente superior al 50%.

Más del 70% de las vacas en el estudio fueron multíparas (2 o más partos), mientras que el 75% tuvo al menos 2.75 puntos de condición corporal al secado. Este valor de condición corporal se presentó en un menor porcentaje de vacas al momento del parto (67%). El periodo seco tuvo una duración de menos de 63 días en el 49% de las vacas. La mayor parte de los partos no requirieron asistencia y sólo el 18% de las vacas presentó retención placentaria.



**Cuadro 2.** Prácticas de manejo y condiciones individuales de las vacas durante el peri-parto.

VARIABLES	PORCENTAJE
Vacunación periodo seco	
Si	5.5 % 12/219
No	94.5 % 207/219
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco temprano	
> 58 %	57.0 % 114/200
≤ 58 %	43.0 % 86/200
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco tardío	
> 68 %	53.2 % 117/220
≤ 68 %	46.8 % 103/220
Utilización dieta reto	
Si	53.2 % 117/220
No	46.8 % 103/220
Número de partos	
< 2 Partos	28.6 % 63/220
≥ 2 Partos	71.4 % 157/220
Duración del periodo seco	
≥ 63 Días	51.4 % 75/146
< 63 Días	48.6 % 71/146
Condición corporal al secado	
≥ 2.75 Puntos	75.3 % 61/81
< 2.75 Puntos	24.7 % 20/81
Condición corporal al parto	
≥ 2.75 Puntos	67.0 % 144/215
< 2.75 Puntos	33.0 % 71/215
Calidad de parto	
Sin asistencia	90.0 % 198/220
Con asistencia	10.0 % 22/220
Retención placentaria	
Sin retención	81.6 % 177/217
Con retención	18.4 % 40/217

### Desarrollo corporal de las becerras

Las becerras duplicaron su peso en el periodo del nacimiento al destete (Cuadro 3). Adicionalmente, la ganancia de peso superó en promedio los 0.5 kg/ día (rango 0.125 a 1.027 kg/día). En promedio, las becerras aumentaron en 13 cm su altura del nacimiento al destete, lo que representó 0.18 cm de aumento diario (rango 0.019 a 0.351 cm/día).

**Cuadro 3.** Estadísticas descriptivas para el peso al nacimiento (PN), la altura al nacimiento (AN), peso al destete (PD), altura al destete (AD), la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de altura (GDA), en el periodo del nacimiento al destete.

Estadística Descriptiva	PN kg n=220	AN cm n=220	PD kg n= 198	AD cm n= 198	GDP kg n=198	GDA cm n=198
Media	40.4	80.3	80.6	93.3	0.555	0.182
Mínimo	29.0	66.0	47.0	83.0	0.125	0.019
Máximo	52.0	89.0	145.0	108.0	1.027	0.351
Primer cuartil	39.0	78.0	68.0	90.0	0.455	0.141
Segundo cuartil	40.0	80.0	77.0	93.0	0.552	0.180
Tercer cuartil	42.0	82.0	92.0	97.0	0.654	0.222

### Relación entre las características del peri-parto de las vacas con el desarrollo corporal de sus crías

En el Cuadro 4, se incluyen las diferentes condiciones del periparto de las vacas, sólo el número de parto de la madre representó un factor de riesgo para que las becerras tuvieran un bajo peso al nacimiento (<39 kg). De esta manera, las becerras cuyas madres fueron primerizas tuvieron 3.59 veces más riesgo o probabilidad, de presentar un bajo peso al nacer en comparación a las becerras nacidas de vacas múltíparas.

**Cuadro 4.** Análisis de regresión univariada para un bajo peso al nacimiento (<39 kg): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.

Factor evaluado	Niveles comparados	OR (IC 95%)	Valor de probabilidad
Número de parto	≥ 2 Partos	Referencia	0.0002
	< 2 Partos	3.59 (1.85 - 6.98)	
Condición corporal al secado	≥ 2.75 Puntos	Referencia	0.15
	< 2.75 Puntos	2.57 (0.71 - 9.27)	
Condición corporal al parto	≥ 2.75 Puntos	Referencia	0.69
	< 2.75 Puntos	NE	
Duración del periodo seco	≥ 63 Días	Referencia	0.46
	< 63 Días	NE	
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco temprano	> 58 %	Referencia	0.94
	≤ 58 %	NE	
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco tardío	> 68 %	Referencia	0.29
	≤ 68 %	NE	
Uso de dieta de reto	Si	Referencia	0.91
	No	NE	
Vacunación en el periodo seco	Si	Referencia	0.58
	No	NE	
Asistencia al parto	Sin asistencia	Referencia	0.34
	Con asistencia	NE	
Retención placentaria	Sin retención	Referencia	0.56
	Con retención	NE	

<sup>NE</sup> No estimado.

Para una baja altura al nacimiento (<78 cm; Cuadro 5), nuevamente el número de parto de la madre representó un factor de riesgo para esta condición (P=0.0036). Las becerras que nacieron de madres primerizas tuvieron 2.93 veces más probabilidad de tener una baja altura al nacimiento, en comparación a las becerras hijas de vacas multíparas. Además, las becerras cuyas madres tuvieron una condición corporal menor a 2.75 puntos al parto presentaron 2.14 veces más riesgo o probabilidad de tener una altura baja al nacimiento, en comparación a aquellas becerras cuyas madres tuvieron una condición corporal de 2.75 puntos o mayor (P=0.03).

El no utilizar una dieta de reto en la vaca previo al parto, también resultó ser un factor de riesgo para tener becerras con una baja altura al nacimiento. Las becerras hijas de vacas que no la recibieron, tuvieron 2.17 veces más probabilidad

de tener una baja altura al nacimiento vs aquellas becerras cuyas madres si la recibieron (P=0.03).

**Cuadro 5.** Análisis de regresión univariada para una baja altura al nacimiento (<78 cm): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.

Factor evaluado	Niveles comparados	OR (IC 95%)	Valor de probabilidad
Número de parto	≥ 2 Partos	Referencia	0.004
	< 2 Partos	2.93 (1.42 - 6.05)	
Condición corporal al secado	≥ 2.75 Puntos	Referencia	0.98
	< 2.75 Puntos	NE	
Condición corporal al parto	≥ 2.75 Puntos	Referencia	0.03
	< 2.75 Puntos	2.14 (1.06 - 4.31)	
Duración del periodo seco	≥ 63 Días	Referencia	0.89
	< 63 Días	NE	
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco temprano	> 58 %	Referencia	0.81
	≤ 58 %	NE	
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco tardío	> 68 %	Referencia	0.34
	≤ 68 %	NE	
Uso de dieta de reto	Si	Referencia	0.03
	No	2.17 (1.07 - 4.41)	
Vacunación en el periodo seco	Si	Referencia	0.51
	No	NE	
Asistencia al parto	Sin asistencia	Referencia	1.00
	Con asistencia	NE	
Retención placentaria	Sin retención	Referencia	0.87
	Con retención	NE	

<sup>NE</sup> No estimado.

Un mayor número de factores representaron un riesgo para que las becerras presentaran una baja ganancia diaria de peso en el periodo del nacimiento al destete: la condición corporal al parto, el porcentaje de requerimientos nutricionales ofrecidos en el periodo seco temprano y el periodo seco tardío, así como el uso de una dieta de reto (Cuadro 6). Las becerras nacidas de vacas que recibieron 58% o menos de sus requerimientos nutricionales durante el periodo seco temprano, redujeron en un 51% las probabilidades de tener una baja ganancia diaria de peso

(GDP) vs aquellas que nacieron de vacas que recibieron más del 58% ( $P=0.0259$ ). Del mismo modo, aquellas becerras que nacieron de vacas que recibieron 68% o menos de sus requerimientos durante el periodo seco tardío redujeron en 67% las probabilidades de tener una baja ganancia diaria de peso (GDP) que aquellas becerras cuyas madres recibieron más del 68% ( $P=0.0003$ ).

Por otro lado, las becerras que nacieron de vacas que tuvieron una condición corporal al parto de menos de 2.75 puntos, tuvieron 1.92 veces más probabilidad de tener una baja GDP vs aquellas becerras que fueron hijas de vacas con 2.75 puntos o más ( $P=0.0325$ ). Además, el no usar una dieta de reto en las vacas, representó que la becerro tuviera una reducción del 63% de sus probabilidades de tener una baja GDP del nacimiento al destete vs aquellas becerras que nacieron de madres que si la recibían ( $P=0.0014$ )

**Cuadro 6.** Análisis de regresión univariada para una baja ganancia diaria de peso (GDP) en el periodo del nacimiento al destete (<0.455kg): Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.

Factor evaluado	Niveles comparados	OR (IC 95%)	Valor de probabilidad
Número de parto	≥ 2 Partos < 2 Partos	Referencia NE	P= 0.60
Condición corporal al secado	≥ 2.75 Puntos < 2.75 Puntos	Referencia NE	P= 0.73
Condición corporal al parto	≥ 2.75 Puntos < 2.75 Puntos	Referencia 1.92 (1.05 - 3.51)	P= 0.03
Duración del periodo seco	≥ 63 Días < 63 Días	Referencia NE	P= 0.68
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco temprano	> 58 % ≤ 58 %	Referencia 0.49 (0.27 - 0.92)	P= 0.026
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco tardío	> 68 % ≤ 68 %	Referencia 0.33 (0.18 - 0.60)	P= 0.0003
Uso de dieta de reto	Si No	Referencia 0.37 (0.20 - 0.68)	P= 0.001
Vacunación en el periodo seco	Si No	Referencia NE	P= 0.46
Asistencia al parto	Sin asistencia Con asistencia	Referencia NE	P= 0.96
Retención placentaria	Sin retención Con retención	Referencia NE	P= 0.25

<sup>NE</sup> No estimado.

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de los factores de riesgo evaluados para una baja ganancia de altura en el periodo del nacimiento al destete de las becerras. De ellos, el porcentaje de requerimientos ofrecidos durante el periodo seco tardío y el uso de dieta de reto mostraron resultados estadísticamente significantes ( $P < 0.05$ ). Aquellas becerras que fueron hijas de vacas que recibieron 68% o menos de sus requerimientos nutricionales en el periodo seco tardío, redujeron en 57% la probabilidad de tener una baja ganancia de altura vs aquellas becerras cuyas madres recibieron más de 68% de los requerimientos. Adicionalmente, las becerras que nacieron de vacas que no recibieron una dieta de reto, redujeron en un 63% las probabilidades de tener una baja ganancia de altura al destete vs las becerras que nacieron de madres que si la recibieron.

**Cuadro 7.** Análisis de regresión univariada para una baja ganancia diaria de altura (<0.141cm) Razón de Probabilidad (Odds Ratio; OR), Intervalo de Confianza al 95 % (IC) y Valor de Probabilidad (P) para los factores evaluados.

Factor evaluado	Niveles comparados	OR (IC 95%)	Valor de probabilidad
Número de parto	≥ 2 Partos < 2 Partos	Referencia NE	P= 0.39
Condición corporal al secado	≥ 2.75 Puntos < 2.75 Puntos	Referencia NE	P= 0.92
Condición corporal al parto	≥ 2.75 Puntos < 2.75 Puntos	Referencia NE	P= 0.43
Duración del periodo seco	≥ 63 Días < 63 Días	Referencia NE	P= 0.97
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco temprano	> 58 % ≤ 58 %	Referencia NE	P= 0.32
Porcentaje de requerimientos ofrecidos periodo seco tardío	> 68 % ≤ 68 %	Referencia 0.43 (0.24 - 0.78)	P= 0.005
Uso de dieta de reto	Si No	Referencia 0.37 (0.20 - 0.68)	P= 0.001
Vacunación en el periodo seco	Si No	Referencia 0.31 (0.09 - 1.02)	P= 0.0544
Asistencia al parto	Sin asistencia Con asistencia	Referencia NE	P= 0.96
Retención placentaria	Sin retención Con retención	Referencia 1.72 (0.85 - 3.49)	P= 0.13

<sup>NE</sup> No estimado.



## DISCUSIÓN

Existe limitada información que muestre algunas de las condiciones o prácticas de manejo que se realizan durante el parto de bovinos en el sistema de producción familiar (SPF) de leche. En este estudio se observó que sólo pocas vacas fueron vacunadas durante el periodo seco, a pesar de ser una medida recomendable (Smith *et al.*, 2015; Espinosa *et al.*, 2014b) ya que favorece que el calostro producido al parto, presente una mayor cantidad de anticuerpos que ayudan a la protección de la becerro contra enfermedades durante las primeras semanas de vida.

Otra práctica de manejo importante es el uso de una alimentación de reto en la vaca previo al parto. Esto favorece el desempeño de la vaca después del parto tanto productivo como reproductivo (Silvestre *et al.*, 2011). Sin embargo, en la región en estudio prácticamente la mitad de las vacas no recibieron este tipo de dieta, muy probablemente por desconocimiento de este manejo nutricional.

De los vientres que presentaron su parto durante el periodo de estudio, poco menos del 30% fueron vaquillas de primer parto, porcentaje similar a las tasas de reemplazo que existen en unidades de producción intensiva de leche (Weigel *et al.*, 2003). Sin embargo, este porcentaje de vaquillas de primer parto no representa la tasa de reemplazo en estos sistemas ya que el número de vacas que no parieron en el periodo de estudio y que por lo tanto no se contabilizaron en esta variable, podrían aumentar su proporción.

Sólo un porcentaje menor de vacas requirieron de asistencia para parir; sin embargo, es un valor alto (10%) si se considera que menos del 5% de partos distócicos puede considerarse normal en vacas lecheras Holstein, excluyendo los Estados Unidos (Mee *et al.*, 2008). Adicionalmente, un valor menor al 20% de las vacas tuvieron retención placentaria. Estos dos indicadores podrían tener repercusiones no sólo sobre el desempeño de la vaca, sino también sobre el de la becerro (Dematawea and Berger, 1997; Martínez *et al.*, 1983; Lombard *et al.*, 2007).

Las becerros en seguimiento tuvieron un peso promedio al nacimiento que está dentro de lo aceptable (Espinosa y Montiel, 2011) y es ligeramente superior a lo

reportado en otros estudios (Espinosa *et al.*, 2012; García *et al.*, 2015). El peso al destete muestra que se duplicó en comparación al obtenido al nacimiento, lo cual es algo recomendable a una edad de destete de 60 días; sin embargo en este estudio la edad promedio al destete fue de 70 días, lo que muestra una deficiencia al respecto. Adicionalmente, el peso al destete es inferior a lo descrito por García *et al.* (2015) con un destete promedio de 65 días.

La altura a la cruz de la becerras es un indicador que se minimiza, aunque da una idea del crecimiento esquelético del animal (Espinosa *et al.*, 2014). Tanto la altura al nacimiento, como la altura al destete estuvieron por arriba de lo considerado como ideal para la raza Holstein (Espinosa y Montiel, 2011) y la registrada al nacimiento tuvo un valor promedio superior a lo reportado en becerras en el estado de Guanajuato (García *et al.*, 2015).

La ganancia diaria de peso (GDP) obtenida del nacimiento al destete tuvo un promedio inferior a lo deseable (Espinosa *et al.*, 2014) y es una situación que se ha reportado en otros estudios para el mismo sistema de producción (Estrada *et al.*, 2014; García *et al.* 2015). Esto puede ser reflejo de la menor atención que prestan generalmente los productores a esta etapa de alta importancia para la becerro.

El peso al nacimiento es reflejo del vigor de la becerro y tiene relación con sus probabilidades de supervivencia (Johanson y Berger, 2003). Este indicador sólo tuvo relación con el número de parto de la madre. Las vacas primíparas representaron un factor de riesgo para que la becerro tuviera un bajo peso al nacer. Es probable que esto se deba a la práctica de emplear material genético que favorece el nacimiento de crías sin un peso/tamaño excesivo en las vaquillas primerizas (Shanks *et al.*, 1983), para evitar problemas al parto. Al llegar al primer parto generalmente las becerras no han logrado su crecimiento completo y en consecuencia podrían ser más susceptibles a presentar problemas al parto que una vaca multípara.

Otros estudios en el sistema de producción familiar (SPF) sólo indican que existe una tendencia a asociarse la condición corporal de la madre al parto y el peso de la cría al nacer en la región Bajío, lo cual es diferente a lo que se observó

en este estudio. Para la misma región de Jalisco, sólo se reportó que hubo efectos significantes para el uso de registros en la unidad de producción y el uso de semental como factores de riesgo para un bajo peso de las becerras al nacimiento (Espinosa *et al.*, 2012).

Aunque no existieron efectos de aspectos nutricionales de la madre sobre el peso al nacimiento de la cría, es probable que los periodos de tiempo involucrados (periodo seco y de uso de dieta de reto), sean de una duración que no permite observar afectaciones en la becerro al nacer. Adicionalmente, los efectos podrían verse reflejados posteriormente (Corah *et al.*, 1975).

Nuevamente las vacas primerizas representaron un factor de riesgo para una baja altura de la becerro al nacer. Como se indicó previamente, la selección que se hace del semen a utilizar, en ocasiones toma en cuenta si la hembra a inseminar es primípara o múltipara para elegir animales con facilidad de parto, lo que podría favorecer el nacimiento de becerras de menor peso/talla. A diferencia de lo que ocurrió con el peso al nacimiento, la condición corporal menor a 2.75 puntos al parto y el no usar dieta de reto si provocaron un aumento en la probabilidad de tener una baja altura en la becerro al nacer. Quizá en los últimos meses, aspectos asociados a la nutrición como la condición corporal y el uso de la dieta de reto en la madre, tengan mayor influencia sobre el crecimiento esquelético y no tanto en la ganancia de peso muscular de la becerro.

Las ganancias diarias de peso (GDP) y altura en el periodo del nacimiento al destete, podrían ser indicadores más confiables que el peso o altura al destete, ya que estos últimos dependen en buena parte de la duración de la lactancia de la becerro. Prácticamente todos los factores asociados a la nutrición mostraron efectos significantes como factores de riesgo para una baja ganancia diaria de peso. Esto sugiere la importancia de este proceso no sólo para efectos inmediatos en la cría (crecimiento en el útero), sino también para efectos a mediano plazo (después del nacimiento). Los menores porcentajes de requerimientos nutricionales ofrecidos en el periodo seco tardío (y en este caso también el periodo seco temprano), además del no uso de la dieta de reto tuvieron un efecto protector del riesgo de tener una baja GDP. Aunque se esperaban resultados diferentes, algunos

otros factores asociados podrían estar afectando esta respuesta, los cuales no fueron estimados en el estudio como la cantidad de alimento consumido, la calidad de las dietas ofrecidas y el tiempo que se mantuvo el ofrecimiento de la dieta de reto. Adicionalmente, parece ser que la condición corporal al parto es más importante que la condición corporal al secado para los indicadores asociados a la altura (al nacimiento) y ganancia de peso al destete de la becerro.

Al igual que para la ganancia diaria de peso de las becerros, la nutrición a través de un menor ofrecimiento de requerimientos nutricionales en el periodo seco tardío y el no usar dieta de reto, tuvo un efecto protector como factor de riesgo para una baja ganancia diaria de altura de las becerros. Como se comentó previamente, factores adicionales no considerados en el estudio podrían estar afectando estas respuestas.

## **CONCLUSIÓN**

Las becerras del sistema familiar en la región de Los Altos de Jalisco, tuvieron indicadores al nacimiento que parecen ser adecuados; sin embargo, posteriormente existen deficiencias en el crecimiento como lo muestran las bajas ganancias diarias de peso registradas al destetarlas.

Por otro lado, las vacas primíparas podrían estar asociadas fuertemente al peso de las becerras al nacimiento, lo que podría deberse a la selección de la genética empleada para inseminarlas. Adicionalmente, las variables asociadas a la nutrición de las madres previo al parto parecen tener fuerte influencia sobre las características del crecimiento de las becerras en los primeros meses de vida, aunque estas respuestas podrían estar asociadas a variables no consideradas en estudio.

Los resultados en este estudio podrán servir para la toma de decisiones e implementar mejoras en las prácticas de manejo tanto de las hembras bovinas durante el parto, como en las crías durante los primeros meses de vida. Esto permitiría en consecuencia, mejorar el desarrollo de las becerras para alcanzar indicadores de desarrollo adecuados con el propósito de tener animales de primer parto con las características necesarias para mostrar su potencial genético al entrar al hato productor e iniciar a recuperar la inversión realizada durante su crianza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, L.E., Tovar Ma.R., Núñez G., Bonilla J.A., Osuna E.S., Estrada E., Villarreal J.H. 2012. Tipología de los sistemas de lechería familiar en Los Altos de Jalisco, México. 2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción-2012. Rumiantes mayores . Pag. 16-21.
- Arriaga, J.C.M., Pearson RA. 2002. The contribution of livestock to small-holder livelihoods. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/animalwelfare/07-Arriaga-.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/07-Arriaga-.pdf). Consultado el 20 de marzo del 2015.
- Bach, A., Ahedo J. 2008. Record keeping and economics of dairy heifers. *Vet. Clin. Food Anim.* 24(1): 17–138.
- Baños, G., Brotherstone S., Coffey M.P. 2007. Prenatal maternal effects on body condition score, female fertility, and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:3490–3499.
- Cervantes, E.F., y Cesin, V.A. 2007. La pequeña lechería rural o urbana en México y su papel en el amortiguamiento de la pobreza. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 25;72-85.
- Cervantes, E.F., Santoyo C.H., Álvarez M.A. 2001. *Lechería familiar: Factores de éxito para el negocio*. 1er. ed. Plaza Valdez, México.
- Corah, L.R., Dunn, T.G. and Kaltenbach, C.C. 1975. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. *J. Anim. Sci.* 90(E-Suppl.1) :(Abstr.)
- Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (C.N.O.G.). 2013. Información económica pecuaria. Boletín informativo pecuario 23. [http://www.cnog.org.mx/documentos/10753\\_BoletinEconomico23.pdf](http://www.cnog.org.mx/documentos/10753_BoletinEconomico23.pdf) Consultado el 14 de septiembre de 2015.
- Dairy Calf and Heifer Association (DCHA). 2011. Dairy calf and heifer association gold standards. Madison, WI. Disponible en: <http://www.calfandheifer.org/?page=goldstandards>.
- Dawson, S.B., Trapp R.G. 2005. *Bioestadística médica*. Editorial manual moderno. México, D.F.
- Dematawewa, C.M.B., and Berger, P.J. 1997. Effect of distocia on yield, fertility and cow losses and an economic evaluation of dystocia. *J. Dairy Sci.*80:754-761.
- Espinosa, M.M.A., Montiel O.L.J. 2011. Indicadores de crecimiento y desarrollo en la crianza de vaquillas de reemplazo. *Ganadero.* 36: 94-102.
- 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., Barretero H.R., Rodríguez H.E., Escobar R.M.C. 2014b. Manejo del ganado bovino adulto en establos familiares/semitecnificados de producción de leche. Tepatitlán, Jalisco, México. Folleto para productores. INIFAP. Primera edición. Pág. 1-64.

Espinosa, M.M.A., Montiel, O.L.J., Estrada, C.E., Ramirez, S.M., Vera, A.H.R. 2012. Factores de riesgo asociados a un bajo peso al nacimiento de becerras Holstein de sistemas familiares de producción de leche. 15º Congreso Internacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos. Torreón, Coah. 15-17 de noviembre de 2012.

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

Esquivéz, G.E. 2009. Importaciones de bovino. <http://eleconomista.com.mx/notas-impreso/columnas/agro-negocios/2009/07/14/importaciones-bovino>. Consultado el 1 de abril del 2015.

Estrada, C.E., Villaseñor G.F., Villagomez A.M.E., Vera A.H.R., Espinosa M.M.A., De La Torre S.J.F. 2010. Producción de leche, condición corporal al parto y sus cambios en el posparto temprano de vacas lecheras bajo el sistema familiar en Jalisco. XXII Semana internacional de Agronomía. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México.

Estrada, C.E., Espinosa M.M.A., Montiel O.L.G., Gutiérrez M.J.P. 2013. Efecto de la edad al destete, peso y estatura al nacimiento sobre el desarrollo de becerras bajo el sistema de producción familiar en los altos de Jalisco. Memorias 25ª Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, México, Universidad Juárez del estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Pág. 270-275.

Estrada, C.E., Gutiérrez M.J.P., Espinosa M.M.A., Montiel O.L.J., Vera A.H.R., Ramírez H.R. 2014. Identificación de prácticas de manejo que afectan el desarrollo de becerras lactantes en establos semitecnificados/familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco. XXVI Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, México. 10 – 12 sep. Pág. 566 – 570.

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.

Ferguson, J.D., Galligan D.T., Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695–2703.

- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2011. Panorama agroalimentario, leche y lácteos. <http://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/TemasUsuario.jsp>. Consultado el 13 de marzo del 2015.
- 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.
- Fox, D.G., Sniffen, C.J., O'Conner, J.D., Russell, J.B., and Van Soest, P.J. 1992. *J. Ann. Sci.* 70:3578.
- García, G.M., Estrada, C.E., Espinosa M.M.A., Vera A.H.R., y Álvarez J.S. 2015. Factores de riesgo para una baja calidad de calostro en vacas de establos familiares/semitecnificados de producción de leche. 15° Congreso Internacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera. Torreón, Coah. 11-13 de noviembre de 2015; 192-199.
- 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 en diferente nivel tecnológico. *Interciencia.* 32(12): 841-846.
- Godfrey, K.M., Barker D.J.P. 2001. Fetal programming and adult health. *Public Health Nutrition.* 4(2B): 611-624.
- Goonewardene, L.A., Wang Z., Price M.A., Yang R.C., Berg R.T., Makarechian M. 2003. Effect of udder type and calving assistance on weaning traits of beef and dairy x beef calves. *Livest. Prod. Sci.* 81:47-56.
- Gonzalez, G.R.J. 2015. Producción de gas in vitro como indicador del valor nutritivo de alimentos para ganado lechero en los Altos de Jalisco. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Sistemas Pecuarios, CUALTOS- Universidad de Guadalajara.
- Gutiérrez, M.J.P. 2014. Identificación de prácticas de manejo que afectan el desarrollo de becerras durante la lactancia en establos familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco. Tesis para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista. CUALTOS – Universidad de Guadalajara.
- Heinrichs, A.J., Jones, C.M., Gray, S.M., Heinrich, S.A., Cornelisse, R.C. Goodling. 2013. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *J. Dairy Sci.* 96:7355-7362.
- Heinrichs, A.J., Lammers, B.P. 2008. Monitoring dairy heifer growth. Penn State College of Agricultural Science; 13. [http://www.extension.org/mediawiki/files/1/13/Monitoring\\_Dairy\\_Heifer\\_Growth.pdf](http://www.extension.org/mediawiki/files/1/13/Monitoring_Dairy_Heifer_Growth.pdf). Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2015.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/cuadrosestadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=785&c=24516>. Consultado el 22 de abril del 2015.
- Johanson, J.M., Berger, P.J. 2003. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 86:3745-3755.
- Lancaster, P. 2014. Fetal programming in beef cattle and other livestock species. *The Florida Cattleman and Livestock Journal*. <http://rcrc-ona.ifas.ufl.edu/pdf/publications/ona-reports/2014/or4-14.html>. Consultado el 16 de septiembre de 2015.
- Larson, D.M., Martin, J.L., Adams, D.C., Funston R.N. 2009. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. *J. Anim. Sci.* 83:(3) 1147-1155.
- Llewellyn, D., Smith S., Du M. 2012. Feeding beef cattle II: Fetal programming—rethinking cow/calf feeding programs. Washington State University Extension EM060E <http://pubs.wsu.edu>. Consultado el 14 de septiembre de 2015.
- Lombard, J.E., Garry F. B., Tomlinson S.M., Garber L. P.2007. Impacts of distocia on health and survival of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90:1751-1760.
- Luna, P.M.D. 2014. Crianza y desarrollo de reemplazos I. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2014/03/26/crianza-desarrollo-reemplazos-i>. Consultado 24 de marzo del 2015.
- Martin, J.L., Vonnahme, K.A., Adams, D.C., Lardy, G.P., Funston R.N. 2007. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves. *J. Anim. Sci.* 85:(3):841-847.
- Martínez, M.L., Freeman, A.E., Berguer, P.J. 1983. Genetic relationship between calf livability and calving difficulty of Holsteins. *J. Dairy Sci.* 66:1494-1502.
- McMillen, I.C., Adams, M.B., Ross, J.T., Coulter, C.L., Simonetta G, Owners, J.A., Robinson, J.S., Edwards, L.J.2001. Fetal growth restriction: adaptations and consequences. *Reproduction.* 122(2):195-204.
- Medina, C.M., Montaldo V.H. 2002. Mortalidad en becerras Holstein-Friesian con base en sus inmunoglobulinas séricas y periodo de crecimiento en el centro de México. XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Puebla, Puebla, México. 30 octubre-1 noviembre. Pág. 370.
- Mee, J. F. 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. *Vet. J.* 176:93–101.
- Micke, G.C., Sullivan, T.M., Kennaway, D.J., Hernandez-Medrano, J., Perry, V.E. 2015. Maternal endocrine adaptation throughout pregnancy to nutrient manipulation: consequences for sexually dimorphic programming of thyroid hormones and development of their progeny. *Theriogenology.* 83(4):604-15.

- 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](http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/contenido/nodos/pagnodos.aspx?nd=20). Fecha de consulta: 23 de enero de 2016.
- Núñez, H.G., Vera, A.H.R., Román, P.H. Importancia y proceso 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 2009:3-17.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2014. <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/estatus-sanitario-oficial/eeb/estatus-sanitario-oficial/>. Consultado el 1 de abril del 2015.
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). 2015. Productos de la canasta básica de distintas instituciones públicas. [http://www.profeco.gob.mx/transparencia/transfocaliza/Nota\\_Productos\\_canastas\\_basicas.pdf](http://www.profeco.gob.mx/transparencia/transfocaliza/Nota_Productos_canastas_basicas.pdf). Consultado 23 de julio del 2015.
- Roseler, D.K., D.G. Fox, L.E. Chase, A.N. Pell and W.C. Stone. 1997. Development and evaluations of equations for prediction of feed intake for lactating Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 80:878.
- Redmer, D.A., Wallace, J.M., and Reynolds, L.P. 2004. Effects of nutrient intake pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. Domest. Anim. Endocrinol. (3):199-217.
- 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.
- Schoonmaker, J. 2014. Effect of maternal nutrition on calf health and growth. WCDS Advances in Dairy Technology. 26:125-135.
- Secretaría de desarrollo rural pesca y alimentación. (SAGARPA). 2000. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacion%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/20/sitlech99.pdf>. Consultado el 16 de marzo del 2015.
- Secretaría de Economía (SE). 2012. Dirección General de Industrias Básicas. Análisis del sector lácteo en México. Páginas 1-29. [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/analisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf) Consultado el 25 de mayo de 2015.

- Servicio de información Agropecuaria y Pesquera. (SIAP). 2015a. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 10 de abril de 2015.
- Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. (SIAP). 2015b. [http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/Bovinos\\_leche.pdf](http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/Bovinos_leche.pdf). Consultado el 25 de febrero del 2015.
- Shanks, R.D., Rooney, K.A. Hutjens, M.F. 1983. Breeding practices on Illinois Holstein Farms. *J. Dairy Sci.* 66: 1209-1217.
- Silvestre, F.T., Carvalho, T.S.M., Francisco, N., Santos, J.E.P., Staples, C.R., Jenkins, T.C., and Thatcher, W.W. 2011. Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of holstein cows: I. uterine and metabolic responses, reproduction, and lactation. *J. Dairy Sci.* 94:189-204.
- Smith, G.W., Smith, F., Zuidhof, S. Foster, D.M. 2015. Short communication: Characterization of the serologic response induced by vaccination of late-gestation cows with a salmonella dublin vaccine. *J. Dairy Sci.* 98:2529-2532.
- Snodgrass, D.R., Nagy, L.K., Sherwood, D. and Campbell, I. 1982. Passive immunity in calf diarrhea: Vaccination with K99 antigen of enterotoxigenic escherichia coli and rotavirus. *Infect. Immun.* 37: 586-591.
- Svensson, C., Nyman A.K., Persson Waller K., Emanuelson U. 2006. Effects of housing, management, and health of dairy heifers on first-lactation udder health in southwest Sweden. *J. Dairy Sci.* 89:1990–1999.
- Swali, A., Wathes D.C. 2007. Influence of primiparity on size at birth, growth, the somatotrophic axis and fertility in dairy heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 102:122–136.
- Vandehaar, M.J. 2001. Accelerated growth for dairy heifers: I'd rather bet on blackjack. 5th. Western Dairy Management Conference, Las Vegas Nevada. April 4-6. Pág. 123-131.
- Vélez, I.A., Espinosa G.J.A., Omaña S.J.M., González O.T.A., Quiroz V.J. 2013. Adopción de tecnología en unidades de producción de lechería familiar en Guanajuato, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal.* 88 – 96.
- 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. 2009. Producción de leche de bovino en el sistema familiar. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 24. México, Veracruz.
- Vera, A.H.R., Montiel O.L.J., Estrada C.E., Espinosa M.M.A., Mellado B.M., Martínez T.G., Hernández V.O.J., Hernández A.L., Alvarado I.A., Hernández O.R. 2014. Factores de riesgo para desempeño reproductivo en hatos

familiares/semitecnificados de producción de leche bovina. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Mérida, Yucatán, México. Pág. 104.

Wathes, D.C., Brickell J.S., Bourne N.E., Swali A., Cheng Z. 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on comercial dairy farms. *Animal*. 2(8): 1135-1143.

Weigel, A.K., Palmer W.R., Caraviello Z.D. 2003. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *J. Dairy Sci.* 86: 1482 – 1486.

Wu, G., Bazer F.W., Wallace J.M., Spencer TE. 2006. Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *J. Anim. Sci.* 84(9):2316-37.

Zanton, G.I., Heinrichs A.J. 2005. Meta-analysis to asses effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *J. Dairy Sci.* 88: 3860-3867.