



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE
UN HATO LECHERO HOLSTEIN DEL ESTADO DE
QUERÉTARO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MISAEAL MIRANDA NAVARRETE

DIRECTOR:

DR. ROLANDO ROJO RUBIO

CO-DIRECTOR:

DR. LEONEL AVENDAÑO REYES

ASESORES:

DR. BENITO ALBARRÁN PORTILLO

DR. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2018.



La presente tesis “**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE UN HATO LECHERO HOLSTEIN DEL ESTADO DE QUERÉTARO**”, fue realizada por C. Misael Miranda Navarrete y dirigida por los Drs. Rolando Rojo Rubio y Leonel Avendaño Reyes, ha sido evaluada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

CONSEJO PARTICULAR

Dr. Rolando Rojo Rubio

Director de tesis

Dr. Leonel Avendaño Reyes

Co-director

Dr. Benito Albarrán Portillo

Asesor

Dr. Anastacio García Martínez

Asesor

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Pablo Miranda Villafuerte y Juana Navarrete Jiménez. Gracias por todo su esfuerzo y apoyo económico brindado durante mis estudios, ya que sin ustedes no habría tenido la oportunidad de formarme profesionalmente.

A la Universidad Autónoma del Estado de México, CU. Temascaltepec. Por aceptarme como alumno y brindarme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Al Establo Lechero San Fandila. Por abrirme las puertas por haberme dado la confianza y oportunidad de trabajar en sus instalaciones.

Al IAZ. Rafael Castillo Castillo. Por compartir sus conocimientos, enseñanzas, amistad, comentarios, consejos y sugerencias.

A mi director Dr. Rolando Rojo Rubio. Por apoyarme en el desarrollo de este proyecto, aportando los conocimientos necesarios para culminarlo, gracias por las facilidades brindadas, su orientación, paciencia en la realización de este trabajo y por la confianza.

Co-director Dr. Leonel Avendaño Reyes. Por darme la oportunidad de trabajar con él, por brindarme su apoyo, amistad, conocimiento, consejos y enseñanzas, con un gran profesionalismo y entrega.

A la Universidad Autónoma de Baja California y al Instituto de Ciencias Agrícolas. Por abrir sus puertas en sus instalaciones, al darme la oportunidad de realizar una estancia académica de investigación de tesis.

A mis Asesores Dr. Benito Albarrán Portillo y Dr. Anastacio García Martínez. Por apoyarme en el desarrollo de este proyecto, con sus valiosos consejos, comentarios, enseñanzas en el aula y la gran motivación para seguir adelante

A mis catedráticos. Quienes con su amplia sabiduría, transmitieron conocimiento fundamental para desempeñar mi formación profesional.

Finalmente, un agradecimiento especial a todas aquellas personas que tuvieron que ver en mi formación, familia, maestros, trabajadores, compañeros y amigos. Gracias por darme la oportunidad de conocerlos y de compartir con ustedes, buenos y malos momentos durante este periodo de formación.

DEDICATORIA

A dios

Por darme la vida y darme a unos padres maravillosos, por acompañarme e iluminarme a lo largo de este camino, lo cual me ha permitido caminar con este gran sueño y proyecto de vida.

A mis Padres

Pablo Miranda Villafuerte y Juana Navarrete Jiménez. Gracias por su amor, su cariño y su apoyo incondicional, por estar conmigo cuando más los necesito. Jamás terminare de agradecerles todo lo que han hecho por mí, por formarme como ser humano, enseñarme a valorar la vida y por darme la oportunidad de realizarme como profesionista.

A mis hermanos

Rafael, Víctor y Vianey. Gracias por brindarme su amistad, comprensión, cariño, y por estar siempre conmigo demostrándome su apoyo incondicional.

A mi abuelita

Isabel Villafuerte Peña. Por ser una persona tan importante en mi vida, ya que por tus consejos, regaños, lecciones de vida, me han enseñado a corregir muchos defectos en mi vida. Le agradezco a dios por permitirme que sigas con nosotros compartiendo nuestras alegrías y tristezas.

A mi novia

María Guadalupe García García. Por convertirte en una persona tan importante en mi vida, por tu apoyo incondicional, por tus consejos que han servido para reflexionar, por este amor tan bonito y sincero que hemos logrado en todo este tiempo.

A mi alma mater

A la Universidad Autónoma del Estado de México, CU. Temascaltepec. Por haberme abierto las puertas de esta institución, por brindarme sus instalaciones y los medios necesarios para que como profesionistas tengamos las herramientas necesarias y forjarnos como excelentes Ingenieros Agrónomos Zootecnistas.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Factores genéticos que influyen sobre la producción de leche	11
2.2. Factores ambientales que influyen sobre la producción de leche	14
2.2.1. Alimentación.....	15
2.2.2. Clima	17
2.2.3. Sanidad	18
2.2.4. Manejo.....	19
III. JUSTIFICACIÓN	22
IV. HIPÓTESIS	23
V. OBJETIVOS	24
5.1. General.....	24
5.2. Específicos	24
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1. Localización.....	25
6.2. Aspectos generales.....	25
6.3. Instalaciones.....	26
6.4. Alimentación.....	27
6.5. Manejo.....	28
6.6. Reproducción	28
6.7. Mejoramiento genético	29
6.8. Variables Independientes y Dependientes.....	30
6.9. Análisis estadístico.....	31
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
VIII. CONCLUSIONES	46
IX. LITERATURA CONSULTADA	47

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del mes de parto y de la edad de la vaca en parámetros productivos y reproductivos en un hato Holstein del estado de Querétaro. La información obtenida para su análisis corresponde a 1895 vacas Holstein en producción de primer, segundo y tercer parto durante 2016 y 2017. Los datos recopilados fueron: Identificación de la vaca (IV), Edad de la vaca (EV), Días en leche (DEL), Mes de parto (MP), Pico de producción de leche (PPL), Días al pico de producción de leche (DPPL), Producción ajustada a 305 d de producción (305 d) (PAJUS), dos ordeños (2 X) y equivalente maduro (EM), Producción total de leche (producción de leche total sin ajustar) (PTL), Producción de leche actual (PLA), Días a primer servicio (DPS), Días abiertos (DAB) Y Servicios por concepción (SPC). Todos aquellos registros que no cumplieron con las siguientes restricciones se eliminaron.

- a) vacas que tuvieran una producción menor a 100 días y mayores a 450 días
- b) vacas con días al pico de producción de leche menores a 20 días y mayores a 150 días.
- c) vacas con información 0 en pico de leche, días al pico de leche, producción ajustada y días a primer servicio.

Se estimaron medias generales para todas las variables colectadas utilizando el procedimiento MEANS del programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002). Para determinar el efecto de los factores ambientales sobre los parámetros productivos y reproductivos colectados, se utilizó un modelo lineal que incluyó las variables independientes mes de parto (con 12 niveles, uno por cada mes del año) y edad o número de parto de la vaca (con 3 niveles: vacas de primero, segundo y tercer parto), así como su interacción, la cual generó 36 combinaciones de tratamientos.

Palabras clave: parámetros productivos y reproductivos de ganado lechero Holstein

I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche es uno de los procesos más eficaces que disponemos para transformar los productos vegetales en alimentos de origen animal para la alimentación del hombre. La leche es un alimento muy importante para proporcionar un alimento apetecible y bien equilibrado para la población.

Gerosa y Skoet, (2012) Menciona que durante los últimos 50 años, el sector lechero en los países desarrollados ha evolucionado hacia tamaños de hatos más grandes y mayor producción anual de leche por vaca. La fuerza motriz de este desarrollo ha sido la capacidad de los agricultores para aumentar los ingresos a través de una mayor productividad y la adopción tecnológica, que a menudo requieren alto capital y, simultáneamente la presión por rentabilidad y la reducción de costos.

El crecimiento de la producción de leche impulsó cambios tecnológicos en el sector, permitiendo importantes aumentos en la productividad y la aparición de grandes lecherías. A pequeña escala, los productores de leche en países en desarrollo se han mantenido al margen de los avances. Lo anterior debido a que la mayoría de leche en estos países todavía se produce en sistemas tradicionales, con poca o sin mecanización, o carentes de innovaciones tecnológicas; escasas unidades de gran escala se pueden encontrar en los países en desarrollo, sin que éstas sean un porcentaje importante (Gerosa y Skoet, 2012).

Los sistemas de producción leche presentan características propias de cada región acorde a las condiciones climatológicas, agroecológicas, tecnológicas de las unidades de producción y las características socioeconómicas de los productores. En México se pueden identificar tres sistemas de producción de leche: el especializado, pequeña escala (o campesino) y el de doble propósito. El especializado se caracteriza por tener el mayor tamaño del hato, que se encuentra estabulado y mecanizado para el ordeño y producción de forraje (Cervantes et al. 2001).

Los sistemas especializados producen más del 50% de la leche en México, siendo la raza Holstein la más usada (Villamar, 2005).

Se necesitan cambios drásticos en la explotación del ganado lechero para adaptarse a la creciente eficiencia que se requiere en la producción de alimentos necesarios para abastecer a nuestra población siempre en aumento.

Existen diferencias regionales en la explotación de la industria lechera que se deben principalmente a la diversidad de condiciones climáticas, suelos y variedad de alimentos disponibles, que hacen que ciertas áreas se adapten mejor que otras a la producción de leche. Además de estos factores, los centros de población capaces de proporcionar un amplio mercado, son parte importante del proceso productivo.

Estados Unidos es el principal productor de leche del mundo, con una producción anual de más de 96 millones de toneladas, comparado con México que produce sólo un poco más de once millones con un crecimiento anual de 2.4% en 2015, respecto a 2014 que fue de 1.5% (SIAP, 2016).

La región lagunera, Jalisco, Coahuila, Durango y chihuahua son las principales entidades federativas productoras de leche a nivel nacional, siendo Querétaro la entidad número 13 productora de leche con 3.20% de la producción nacional, con 364,177 miles de litros producidos en el 2015 (SIAP, 2016).

Córdova (2005) Menciona que el reto para la industria lechera, es el sostener altos niveles de producción de leche sin afectar los parámetros reproductivos. Aunque las deficiencias reproductivas son multifactoriales, son dependientes de cambios fisiológicos, mala alimentación, alta genética, factores biológicos como sanidad y manejo en general.

La producción de leche es consecuencia, en primer lugar, de la herencia recibida por el organismo (genotipo) y, en segundo lugar, de los factores climáticos propios de la región donde se encuentra el animal, los cuales afectan la manifestación de

su potencial; aunado a esto, la alimentación recibida y el manejo proporcionado repercuten directamente en su actividad productiva y reproductiva.

ALAIS (1985) Menciona que la cantidad de leche producida por vaca y su composición, tienen variaciones importantes en función de numerosos factores. Estas variaciones deben conocerse, pues interesan tanto a los técnicos como a los nutriólogos. No todas las leches tienen las mismas aptitudes para su transformación, ya sea queso o mantequilla ni tampoco el mismo valor nutritivo. Los principales factores que varían son:

- Factores fisiológicos: evolución sobre el ciclo de la lactación.
- Factores alimenticios: influencia del nivel energético y de la composición de la ración; acciones específicas de algunos alimentos.
- Factores climáticos: estación, temperatura.
- Factores genéticos: variaciones raciales e individuales; herencia de los componentes; efecto de la selección.
- Factores zootécnicos diversos, especialmente la forma de ordeño.

Tabla 1. Composición general de la leche en diferentes especies (por cada 100gr).

Nutriente	Vaca	Búfala	Mujer
Agua	88	84	87.5
Energía (Kcal).	61	97	7.0
Proteína	3.2	3.7	1.0
Grasa	3.4	6.9	4.4
Lactosa	4.7	5.2	6.9
minerales	0.72	0.79	0.20

Agudelo Gómez, Divier Antonio; Bedoya Mejía, Oswaldo; (2005).

II. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Factores genéticos que influyen sobre la producción de leche

Durante siglos, los criadores han manipulado eficazmente los genotipos de los animales con fines productivos, haciendo uso del hecho de que dentro de las especies, razas y poblaciones existen las variaciones naturales (Eggen, 2012).

El desempeño observado o fenotipo de un individuo, es el resultado de la interacción entre su genotipo y el ambiente específico recibido durante su vida. Por este motivo, investigadores, a través de la genética cuantitativa, han tratado de separar del fenotipo los componentes: genético aditivo, no aditivo, ambiental y sus interacciones, y de esta manera predecir el mérito genético de un animal tomando como base los registros fenotípicos de desempeño individual y el pedigree (Berry *et al.*, 2011; Goddard, 2012).

Actualmente, para las evaluaciones genéticas en bovinos se analiza conjuntamente la información de desempeño y pedigree con metodologías estadísticas flexibles y precisas como los modelos mixtos (Martínez, Manrique y Elzo, 2012; Montaldo *et al.*, 2012), con el uso particular del modelo animal, que es un modelo lineal de cada uno de los efectos fijos (año, época) y efectos aleatorios genéticos y no genéticos, que contribuyen al fenotipo individual para una o más características. Esta información es combinada con una serie de matrices que definen las covarianzas de los efectos de los individuos en las poblaciones (Hill, 2012).

El propósito del mejoramiento genético en los bovinos productores de leche consiste en obtener, mediante selección, a los individuos sobresalientes de la población, con el fin de aprovechar el valor genético transmitido a sus descendientes, como son producción de leche, incremento en los porcentajes de proteína y grasa en la leche, así como hacer más eficientes los animales en la conversión alimenticia (Hayes *et al.*, 2013). Además, se debe tener claro el número de registros necesarios para predicciones genómicas precisas (índice de herencia e índice de constancia) de los rasgos de importancia económica.

Los estudios sobre la interacción entre el genotipo x ambiente (IGA) son de gran utilidad en los programas de mejoramiento genético del ganado lechero, debido a que el genotipo responde de manera distinta a diferentes ambientes (Echeverri *et al.*, 2014), por lo que los efectos de los genotipos y ambientes no son aditivos estadísticamente.

Esta interacción, atribuida a la distribución geográfica, debe ser estudiada en los diferentes ambientes para determinar su efecto sobre el animal (Baye *et al.*, 2011), ya que puede provocar alteraciones de las varianzas genéticas, fenotípicas y ambientales y consecuentemente, modificar los parámetros genéticos y fenotípicos estimados (Diaz *et al.*, 2011).

La IGA es uno de los principales problemas a considerar en el proceso de selección del ganado por lo que al detectarse efectos significativos de la IGA es necesario cambiar o adecuar los criterios de selección, de modo que la identificación de las interacciones contribuya al aumento de la eficiencia en la selección de los bovinos. Las diferencias en los promedios y en las desviaciones estándar, que se presentan en los criterios de selección del ganado lechero, son el reflejo de las diferencias geográficas, meteorológicas y condiciones socioeconómicas propias de cada región. Por ello, los objetivos de un programa de mejoramiento genético, deben estar basados en las condiciones, necesidades e intereses de cada región (Rodríguez y Guerra, 2013).

En México, la selección de ganado en las unidades de producción son actividades escasas y el mejoramiento genético se enfoca a identificar los mejores animales por sus rasgos fenotípicos. También es común ver que el progreso genético se lleva a cabo principalmente mediante cruzamientos entre las hembras locales y sementales importados o utilizando biotecnología reproductiva con semen y embriones, generando así dependencia técnica y económica de otros países (Larios-Sarabia *et al.*, 2011).

El principal problema asociado con la importación del material genético, es que se han establecido que los animales seleccionados en determinadas condiciones de producción no siempre presentan el mismo comportamiento al ser expuestos a otros ambientes, lo que indica una IGA que afecta principalmente las características de producción de leche y que se producen en el individuo (Echeverri *et al.*, 2014).

Huguet *et al.* (2012) mencionan que la mayor parte de las características de importancia económica en el ganado lechero son cuantitativas, y se caracterizan porque están determinadas por muchos pares de genes, y además la expresión fenotípica de la característica se ve afectada de manera importante por el ambiente; estos dos efectos se combinan para causar que el fenotipo de estas características, presente una variación continua, tal es el caso de la producción y composición de la leche. Por ello, desarrollar una estrategia efectiva de selección requiere un buen análisis de las interacciones, donde cualquier programa de mejora genética debe evaluar y seleccionar a los candidatos a padres de la próxima generación en las mismas condiciones (manejo y alimentación) donde se usarán sus progenies

Por otra parte, la existencia de la IGA hace estadísticamente imposible interpretar los principales efectos de genotipo y el medio ambiente, y para predecir el rendimiento de genotipos en entornos cambiantes.

Verde (2010) Mencionó que la IGA es una de las complicaciones que se puede presentar en la selección de animales, partiendo del hecho de que los mejores genotipos en un ambiente no lo sean en otro, por lo que pueden reducir el progreso genético.

Se han realizado estudios de la IGA en ganado lechero, con el fin de determinar la magnitud de la interacción entre valores genéticos y diferentes ambientes, encontrándose que el valor genético se mantiene. La variación encontrada es atribuida a que los animales bovinos son criados en climas diferentes y en una amplia gama de condiciones de manejo, por lo que la definición de ambiente es difícil de uniformizar (Tumwasorn, 2012). Con cambios en el ambiente, la

importancia de la IGA se incrementa y esto puede tener grandes consecuencias para la selección de sementales, pero quizá puede ser importante también a nivel nacional, donde ganaderos individuales podrían seleccionar toros más apropiados a su sistema de producción (Arango y Echeverri, 2014).

2.2. Factores ambientales que influyen sobre la producción de leche

El calentamiento global producto del Cambio Climático compromete los sistemas de producción agropecuaria debido a la tendencia de la temperatura ambiente a incrementarse anualmente. Se ha informado que durante el último siglo ha habido un aumento promedio de 0.74°C en la temperatura ambiental a nivel mundial (IPCC, 2007).

Además, se predice que el aumento en las temperaturas seguirá en constante incremento, lo que pronostica mayores temperaturas en el ambiente, afectando a las explotaciones ganaderas que se localizan en zonas áridas o semiáridas, lo que se traduce en malestar para el ganado porque afecta de manera considerable su zona de confort. Por tanto, las condiciones ambientales afectan el intercambio de calor entre el animal y el medio ambiente causando estrés calórico (EC; Mader et al., 2010).

Esta condición ocurre cuando la temperatura corporal del animal supera el límite superior de su zona termo neutral, teniendo que realizar ajustes conductuales, fisiológicos y metabólicos para reducir la tensión derivada de esta condición fisiológica (Silanikove, 2000; Mader, 2002a).

Desde un punto de vista ambiental, es sencillo visualizar los cambios de los factores ambientales que afectan al ganado bovino y corresponden a una compleja interacción de la temperatura, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, luz ultra violeta y polvo. La temperatura es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicador de estrés en ganado bovino (Lozano-Domínguez *et al.*, 2010).

Según Cañas, J. (2011) Menciona que existen numerosos factores ambientales que influyen en la producción de leche, grasa y proteína y que consecuentemente alteran la forma de la curva de lactancia en ganado Holstein, entre ellos los más influyentes son el número de parto, la época y año de parto. Las mayores producciones de leche se alcanzan en los partos 3, 4 y 5, con las mayores producciones iniciales y al pico de producción. En el parto 1 las producciones son menores durante toda la vida productiva.

2.2.1. Alimentación

El conocimiento práctico de la nutrición y alimentación animal existe desde la domesticación animal y, en muchos casos sigue siendo predominante en los sistemas extensivos de pastoreo. Con el avance del tiempo se fue perfeccionando y evolucionando hasta el siglo XVIII, cuando se sentaron las bases científicas, debido principalmente a los trabajos de Lavoisier. El avance de la nutrición como ciencia ha dependido de la física, la química y la bioquímica (Van Soest, 1982; Drackley *et al.*, 2005).

En los países de estaciones es necesario confinar los animales para protegerlos de las inclemencias invernales, esto permitió, indirectamente suministrar alimentos en cantidad y calidad para satisfacer las necesidades nutricionales del animal. Así, se controlaron los factores ambientales que afectan el consumo y, se generalizaron las operaciones de alimentación en confinamiento durante todo el año, garantizando un consumo voluntario igual o superior a las necesidades de los animales (henos, ensilados, henolajes), acompañado con buena disponibilidad de alimentos concentrados y subproductos de la agroindustria de los biocombustibles (alcohol), fuentes de energía (maíz grano) y proteicos (torta de soya), a precios favorables. Su sostenibilidad ha sido cuestionada y se han propuesto alternativas discutidas ampliamente (Kebreab, 2013).

Según Chamberlain, A.T., Wilkinson, J.M. (2002) La producción de leche viene determinada por el potencial genético de la vaca, su nutrición y estado

sanitario. De estos tres factores la nutrición es el más importante: se encuentra bajo el control directo del ganado, ejerce una influencia profunda sobre la producción en el animal sano, es fácil de modificar y representa el costo variable independiente mayor.

El objetivo principal buscado en la alimentación de las vacas lecheras es ganar dinero, que supone la producción de leche con una calidad aceptable y en cantidad óptima para el mercado al costo más bajo posible. Los alimentos constituyen la variable única más importante en la producción de leche, por lo que resulta vital que las dietas suministradas al hato sean las correctas y capaces de lograr los rendimientos deseados.

Arriaga *et al.* (1997) Mencionan que en los sistemas de producción de leche en pequeña escala los bovinos están estrechamente integrados a la agricultura, su alimentación se basa en el consumo de pajas y esquilmos agrícolas, ensilado de maíz, forrajes de cereales de invierno, pastos nativos y en menor cantidad grano de maíz, soya, alimentos balanceados en los bovinos lecheros, la nutrición mineral es importante porque su alimentación básica son forrajes que por lo general no cubren sus necesidades McDowell (1997). Diversos factores relacionados con la planta influyen en su contenido mineral, determinando su consumo en el animal.

Underwood (1999) Comenta que en México hay poca información sobre nutrición mineral; además, la práctica de suplementar minerales es escasa o nula; por lo tanto, es posible que se presenten desequilibrios nutricionales asociados con los minerales.

Thonney y Hogue (2013) Demuestran el error intrínseco de la formulación de dietas balanceadas, al determinar un nivel de consumo de materia seca y, con base en ese consumo se procede a determinar el nivel de nutrientes necesarios, sin considerar los contenidos de los ingredientes que, a su vez, modifican el consumo de materia seca. Proponen el método basado en el contenido de Fibra Detergente Neutra Fermentable (FDNF); se reconoce que el consumo de materia seca es

afectado por los diferentes componentes dietéticos y que el apropiado nivel de componentes (carbohidratos no estructurales, fibra detergente neutra fermentable, fibra detergente neutra indigestible, proteína cruda, extracto etéreo, y cenizas-minerales), podrían prevenir problemas metabólicos comunes.

Frente a los graves problemas del crecimiento de la población humana, cambio climático e inequidad creciente es razonable dar un giro a la nutrición animal y evolucionar.

Recientemente la FAO (Makkar y Ankers, 2014) Propuso un nuevo concepto, fundamental para los sistemas sostenibles de producción animal: la dieta “animal sostenible”. Esta integra el manejo de los recursos naturales, la protección del medio ambiente, los beneficios sociales y económicos, la disminución de la pobreza, la seguridad alimentaria, la integridad ética y la sensibilidad.

2.2.2. Clima

Benavides, O. (2003) Sostiene que la producción de leche de una vaca es el resultado de la relación del ambiente y de la herencia. Para que las evaluaciones genéticas sean precisas es importante que el registro de producción de leche indique con el mayor cuidado posible el potencial genético de los animales. Para esto, algunos factores ambientales que influyen directamente en la producción de leche, pueden ser controlados utilizando el ajuste previo para remover el efecto ejercido en el desempeño de los animales.

Nuevamente Benavides, O. (2003) Indica que los principales efectos ambientales controlados con factores de ajuste para producción de leche por lactancia envuelven otras características de desempeño de la vaca (duración del periodo seco anterior al parto, duración del periodo parto-concepción, días en lactancia, entre otros). A su vez existen efectos causados por el manejo o nivel de producción de las haciendas (número de ordeñas diarias, el sistema de alimentación, el sistema de ordeña entre otros) y los efectos causados por el ciclo de vida del animal, como por ejemplo la edad y el número de partos de la vaca. El ajuste para estos efectos causa una

disminución de la varianza ambiental, lo que permite comparar individuos que están sometidos a diferentes condiciones ambientales de manera confiable.

Webster (1993). Comprobó que puede conseguirse una buena salud, bienestar y producción de las vacas lecheras cubriendo las necesidades básicas ambientales en lo referente a confort térmico, físico, higiene, conducta satisfactoria y productividad óptima. En una población lechera debe ponerse énfasis en la creación de un medio ambiente que conduzca las tasas de deshecho.

Las principales causas de deshecho de vacas en los hatos convencionales son problemas referentes a mastitis, fertilidad y cojeras: el número de cabezas desechadas anualmente en muchos hatos son superiores al 20% (Esslemont, 1993).

2.2.3. Sanidad

Phillips (1998). Comento que la leche de la gran mayoría de las ubres de las vacas es estéril y normalmente no se cultivan a partir de ella gérmenes, parásitos, ni comensales. Sin embargo, como sucede con la mayor párete de los tejidos animales, ingresan con frecuencia en la glándula mamaria materias extrañas que provocan una respuesta inflamatoria de defensa: una mastitis. La intensidad del proceso es extremadamente variable, de acuerdo con la naturaleza del estímulo y la capacidad de respuesta de la vaca las reacciones leves, bien debidas a una baja estimulación, a una deficiente identificación del agente irritante por las defensas de la hembra o a la rapidez y eficacia en la eliminación del estímulo, son indetectables sin una investigación detallada.

Estas son mastitis subclínicas. Las reacciones más graves, que constituyen las mastitis clínicas, provocan cambios en la reología de la secreción, por lo común coagulación de la leche y posiblemente cambio de color. El tejido mamario también aparece anormal, tornándose edematoso, enrojecido y doloroso al tacto. Esta mastitis clínica puede provocar efectos sistémicos, sobre todo elevación de

temperatura y, en casos graves, la muerte por cualquiera de numerosos efectos fisiológicos posibles (Phillips, 1998).

Los programas de salud del hato lechero que anteponen la prevención de las enfermedades al tratamiento, desempeñan un papel crucial en cualquier intento hecho para incrementar la eficiencia en la producción (Ortiz, *et al.*, 2005). Las prácticas de manejo inadecuadas predisponen a infecciones, retenciones de placenta, servicios por concepción y días abiertos, lo cual también puede ser relevante en algunos casos de deficiente desempeño reproductivo (Corea-Guillen *et al.*, 2008); (Sánchez, 2010).

2.2.4. Manejo

La edad a primer parto es una característica que refleja la eficiencia reproductiva de un hato, de igual manera las condiciones alimenticias, de manejo, y el crecimiento en una población bovina. Para esto, la crianza de ganado vacuno lechero tiende a alcanzar la madurez corporal precozmente con el fin de incorporar animales jóvenes rápidamente a la producción y con ello obtener mayor ganancia (Ortiz, 2006).

La edad óptima al primer parto puede estar entre los 22 y 27 meses de edad, con un mínimo en 500 kg de peso (Quiroz, *et al.*, 2011).

Vázquez (2009) Dice que identificar las vacas no preñadas y retomarlas a servicio tradicionalmente se realiza a través de la detección de 32 a 45 días post-servicio por palpación rectal. Las tecnologías, como el ultrasonido trans-rectal, pueden brindar mayores beneficios como una herramienta de manejo en lechería

El uso de protocolos de Inseminación Artificial (IA) mejora la tasa de preñez incrementando la tasa de servicios, permitiendo una inseminación artificial programada y eliminando la dependencia de la detección de estros (Vázquez, 2009).

El intervalo entre partos constituye el carácter más importante dentro de la eficiencia reproductiva de un hato, ya que incide de manera directa en el tiempo productivo de la vaca y consecuentemente en la rentabilidad del hato (Montes-V, *et al.*, 2009).

Son el número de días transcurridos entre un parto y otro, se debe de sacar individual para después entrar a promediar el hato ganadero (Ariza, 2011).

Ortiz (2006) Indica que el intervalo entre partos en la vaca es indicador importante y que debe ubicarse entre los 12 y 13 meses.

La edad a primer parto es una característica que refleja la eficiencia reproductiva de un hato, de igual manera las condiciones alimenticias y de manejo, y el crecimiento de una población bovina (Montes-V, *et al.*, 2009)

Una dieta bien balanceada y un manejo adecuado optimizan la producción de leche, la reproducción y la salud de la vaca. Una nutrición inadecuada predispone a la vaca a problemas de reproducción, y a no cubrir los requerimientos para la producción de leche (Ortiz, *et al.*, 2005).

El nivel de producción de leche está relacionado con la genética y un gran número de factores de manejo y alimentación que son controlados ya sea indirecta o directamente. El factor bajo control más directo es la manera en que las vacas son alimentadas en relación con sus requerimientos. Si las vacas son sub alimentadas, no producirán tanto como es posible genéticamente y la manera en que son alimentadas durante la fase de lactancia determina también cuanta leche podría producir (Kertz, 2007).

El uso de pastos de buena calidad en la alimentación de la vaca lechera trae como resultado un incremento en la producción de leche³ y en los rendimientos de grasa y proteína láctea (Vélez, 2013).

El agua es uno de los nutrientes más importantes requeridos por los animales y está involucrada en muchas de las funciones fisiológicas. Los requerimientos de agua

varían y son regulados por diversos factores, siendo influenciado principalmente por el consumo de materia seca, la temperatura ambiente y las pérdidas corporales de agua (Bartaburu, 2001).

El periodo seco de una vaca antes del parto influye en la producción de leche durante la siguiente lactancia. El periodo seco debe durar un periodo de 60 días, tiempo suficiente para que la vaca reponga las reservas de nutrientes en su cuerpo, regenere el tejido secretor de la ubre y gane buen estímulo hormonal para la lactancia siguiente (Sánchez, 2010).

La secreción de leche es continua durante las primeras 10 horas después del ordeño por lo que el incremento en la frecuencia de ordeño aumenta la producción de leche. Esto por el efecto de la disminución en la presión mamaria en el lumen del alveolo, que reduce la circulación sanguínea hacia ellos (Almeyda, 2008); (Glauber, 2007).

III. JUSTIFICACIÓN

La población de ganado lechero en el estado de Querétaro se encuentra mayormente concentrado en dos zonas, Pedro Escobedo y Ezequiel Montes las cuales se encuentran sujetas a factores similares que se agrupan en las épocas del año, por lo tanto su comportamiento de la producción de leche es similar.

Tradicionalmente, el estado de Querétaro ha sido uno de los estados del país que cuenta con el nivel tecnológico y la eficiencia en la producción de leche en un nivel elevado. Por esto que resulta de gran importancia conocer el comportamiento estacional de los principales parámetros que determinan la producción de leche en el estado de Querétaro.

Por lo anterior expuesto, el presente estudio evaluara el efecto del mes de parto y de la edad de la vaca sobre los parámetros productivos (producción de leche, días en producción, equivalente maduro, pico de producción) y reproductivos (días abiertos, días a primer servicio, servicios por concepción) en un hato lechero Holstein del estado de Querétaro.

IV. HIPÓTESIS

Los parámetros productivos y reproductivos de un hato lechero Holstein del Estado de Querétaro varían por mes de parto y por edad de la vaca.

V. OBJETIVOS

5.1. General

Determinar el efecto del mes de parto y de la edad de la vaca en parámetros productivos y reproductivos en un hato Holstein del estado de Querétaro.

5.2. Específicos

a) Determinar el efecto del mes de parto y de la edad de la vaca en los parámetros productivos; producción de leche total y ajustada, días al pico de producción y pico de producción de leche.

b) Determinar el efecto del mes de parto y de la edad de la vaca en los parámetros reproductivos; días abiertos, días a primer servicio y servicios por concepción.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización

La información del presente estudio fue recabada del hato lechero comercial “San Fandila”, localizado en Pedro Escobedo, Querétaro de Arteaga, México. Su ubicación geográfica es en las coordenadas 20°32′16.96″ N y 100°12′25.83″ O, a una altura de 1,935 msnm y con temperatura promedio anual de 17°C. La Figura 1 muestra dos imágenes satelitales del sitio de estudio.



Figura 1. Imágenes satelitales de la ubicación del estable lechero en el municipio Pedro Escobedo, estado de Querétaro de Arteaga.

6.2. Aspectos generales

El estable se dedica fundamentalmente a la producción de leche y cuenta con un total de 5,000 vacas Holstein, de las cuales en promedio 3,157 se encuentran en ordeña, 750 secas y 2300 animales cuyo estado fisiológico va desde becerras hasta vaquillas próximas al parto. Los terneros nacidos de sexo macho son vendidos inmediatamente.

6.3. Instalaciones

La explotación incluye 15 corrales para vacas en ordeña, cada uno con capacidad para 250 vacas; estos cuentan con espacios individuales (tipo free-stall) con camas de goma, aserrín y en algunos composta. Están techados con lámina y tienen 8 m de altura. Cada corral cuenta con área de asoleadero de 2500 m²; el material de construcción es tubo de fierro. Se cuenta con 3 bebederos por corral en forma de pileta, con llenado automático y de medidas 3 x 0.6 x 0.60 m; además se tienen dos saladeros de plástico por corral. Se cuenta con comedero en pasillo, trampas para manejo de las vacas y los corrales están diferenciados de acuerdo a la producción en: vacas frescas, vacas próximas al parto y vacas secas.

Los corrales tienen orientación Noreste - Suroeste. Se cuenta con área de enfermería para tratar animales enfermos y aplicar tratamientos. La sala de ordeña es tipo carrusel con capacidad para 80 animales. Esta área está completamente techada y aislada.

Se tienen dos almacenes de granos: uno para granos secos y otro para granos con alto contenido de humedad. Se tiene maquinaria pesada para repartir las raciones (carros mezcladores y repartidores de alimento), una báscula para registrar pesos de camiones que ingresan al establo con ingredientes, equipo, materiales y otros.

Para realizar las actividades administrativas, así como la protección de fármacos, material de inseminación, cirugía y demás equipo, se usa la oficina seccionada por cubículos de acuerdo al material a almacenar.

6.4. Alimentación

La alimentación en los corrales de las vacas en producción se proporciona 2 veces al día, siendo la primera entre 7:00 y 9:00 h y la segunda entre 15:00 y 17:00 h. La dieta es a base de ensilado de maíz, ensilado de triticale, heno de avena mezclado con evo como forrajes; acerca de los granos se utiliza pasta de soya, semilla de algodón, maíz rolado, maíz molido y sorgo. Como energía se brinda en dieta licor de maíz, gabazo (desperdicio de cervecería) y melaza. La proporción forraje: concentrado es 40:60 y el grano está balanceado para contener 24.7% de PC. Dependiendo de la época del año, el heno de alfalfa sustituye a la avena mezclada con evo. La dieta se proporciona de acuerdo a la producción de los animales y es dieta integral.

Las vacas secas y becerras que son para remplazos llevan una alimentación que se proporciona una vez al día y se basa en forrajes como: rastrojo de maíz, heno de alfalfa, ensilado de maíz, ensilado de triticale; en forma de grano se utiliza un alimento comercial con 16% de PC.

Las crías solo se dejan con la madre una hora para que limpie los residuos fetales y reciban calostro con mamila o sonda, proporcionando en promedio de 3.5 L por 3 días; después se llevan a jaulas individuales donde se coloca su arete que la registra por todo su periodo de vida y lleva un control de vacunas hasta los 60 d. Se ofrece concentrado a los 3 días de nacido con 19% de PC, aparte de sus 6 L de leche por día. A los 60 d se mueven de lugar donde ya no se ofrece leche, sino una dieta a base de heno de alfalfa y concentrado a libre acceso por un periodo de 30 d. A los 3 meses de edad las becerras se conducen a otra ciudad, Ezequiel Montes, Querétaro, donde permanecen hasta los 12 meses y son alimentadas con una dieta a base de ensilado de maíz, triticale, maíz rolado, pasta de soya, melaza y licor de maíz. De aquí pasan a otro corral donde permanecen desde 12 meses hasta 220 d antes del parto y son alimentadas con ensilado de maíz, triticale, maíz rolado, pasta de soya, melaza y licor de maíz, hasta regresar al área de vacas secas y becerras como remplazo.

6.5. Manejo

La ordeña se lleva a cabo tres veces al día con horarios de 04:00, 10:00 y 16:00 h. La leche se mide diariamente por medio del tanque colector del sistema de enfriamiento, correspondiendo dicha medición al total de la producción por ordeña. El hato está inscrito en el control de producción láctea de la Asociación Holstein en México. Las mediciones de la ordeñadora permiten calcular el comportamiento individual y generalizado de la producción de leche.

Los registros del hato se llevan a cabo digitalmente, mediante el programa DairyComp 305 (Dairy Management Software, Tulare, CA, USA), el cual registra las producciones mediante un dispositivo digital (arete), el cual se activa cuando la vaca entra al cubículo de ordeña y automáticamente se inicia el conteo de litros producidos. Mensualmente se hace la prueba de mastitis “California” por la Asociación Alpura, México. A.C.; cada seis meses se aplica la prueba tuberculosis y brucelosis y se aplican vacunas a vacas secas y becerras gestantes a los 245 días. Estas vacunas son contra Rinotraqueitis, Carbón Sintomático, Edema Maligno y Parainfluenza. El porcentaje de desecho anual en el hato lechero bajo estudio es de 20-25 %.

6.6. Reproducción

La detección de estro en vacas se realiza tres veces al día (mañana, medio día y tarde). La vaca detectada en estro es identificada y revisado su expediente; después de la ordeña de medio día se palpan sus genitales y al ser comprobado el celo se marcan con un crayón color rojo; las que no presenten estro son descartadas y retiradas del área de inseminación.

El primer servicio a las vaquillas se proporciona a los 14 meses, que generalmente a esa edad llegan a pesar 340 kg a estro observado. Si no es así entran a un protocolo de sincronización, para lo que se cuida que las vaquillas se desarrollen a una edad correcta y peso, estimando que el primer parto sea entre 24 y 26 meses de edad.

A las vacas en estro se les da servicio al primer celo (60 d) después del parto, siempre y cuando no se haya presentado algún problema en útero que generalmente se asocia a distocia, utilizando inseminación artificial con semen sexado para producir hembras en las primeras 2 inseminaciones, y de ahí en adelante si no quedan preñadas, para la tercera y posteriores dosis se usa semen convencional. Se diagnostica preñez a los 35 d después de la inseminación. A los siete meses las vacas gestantes se llevan al área de vacas secas para que permanezcan el tiempo restante al parto para cumplir su reposo productivo de 60 d en promedio.

Cuando se llega el parto, las vacas son atendidas según se requiera durante y después del mismo, se suministra un tratamiento vitamínico y antibiótico en caso de requerirlo por problemas uterinos infecciosos; se revisa diariamente la involución uterina durante cuatro días seguidos y después al día veinte.

6.7. Mejoramiento genético

El mejoramiento genético es realizado por técnicas especializadas, donde el técnico encargado del área de reproducción califica y propone sementales que mejorarán las características deseables en la progenie. Para la selección de semen se toman en cuenta los siguientes criterios: EPD (Diferencia Esperada en la Progenie) > 85% de repetibilidad como mínimo para mejorar: producción de leche, firmeza de ligamentos suspensorios e implantación de ubre, sin dificultad al parto sobre todo en animales primerizos, mejorar angularidad y rectitud de patas.

6.8. Variables Independientes y Dependientes

La información obtenida para su análisis corresponde a 1895 vacas Holstein en producción de primer, segundo y tercer parto durante 2016 y 2017. Los datos recopilados fueron:

1. Identificación de la vaca (IV).
2. Edad de la vaca (EV).
3. Días en leche (DEL).
4. Mes de parto (MP).
5. Pico de producción de leche (PPL).
6. Días al pico de producción de leche (DPPL).
7. Producción ajustada a 305 d de producción (305 d) (PAJUS), dos ordeños (2 X) y equivalente maduro (EM).
8. Producción total de leche (producción de leche total sin ajustar) (PTL)
9. Producción de leche actual (PLA).
10. Días a primer servicio (DPS).
11. Días abiertos (DAB).
12. Servicios por concepción (SPC).

Todos aquellos registros que no cumplieron con las siguientes restricciones se eliminaron.

- d) vacas que tuvieran una producción menor a 100 días y mayores a 450 días
- e) vacas con días al pico de producción de leche menores a 20 días y mayores a 150 días.
- f) vacas con información 0 en pico de leche, días al pico de leche, producción ajustada y días a primer servicio.

De esta forma, el archivo original de 2,240 observaciones se redujo a 1895 lactancias. Las variables independientes fueron mes de parto de la vaca y número de parto de cada vaca. Mientras que las variables de respuesta fueron producción de leche por lactancia (total y ajustada), días al pico de producción, pico de producción, días abiertos, días a primer servicio y servicios por concepción.

La temperatura ambiente (máxima, mínima y promedio) y humedad relativa (promedio) mensual, se obtuvieron mediante la información de las estaciones meteorológicas (CLIMATE-DATA.ORG, 2017; WEATHER-WUNDERGROUND, 2017). Con esa información se estimó el índice temperatura-humedad (ITH) utilizando la fórmula propuesta por Hahn (1999):

$$ITH = 0.81 * Temp + (HR / 100) * (Temp - 14.40) + 46.4$$

Donde:

ITH = Índice temperatura-humedad,

T = Temperatura ambiental (°C)

HR = Humedad relativa

6.9. Análisis estadístico

Se estimaron medias generales para todas las variables colectadas utilizando el procedimiento MEANS del programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002). Para determinar el efecto de los factores ambientales sobre los parámetros productivos y reproductivos colectados, se utilizó un modelo lineal que incluyó las variables independientes mes de parto (con 12 niveles, uno por cada mes del año) y edad o número de parto de la vaca (con 3 niveles: vacas de primero, segundo y tercer parto), así como su interacción, la cual generó 36 combinaciones de tratamientos.

El modelo estadístico fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{(ij)} + \gamma_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = es el l-ésimo registro de la vaca parida en el j-ésimo mes del año, con la i-ésima edad de la vaca y con el k-ésimo periodo de días en leche.

μ = es la media general de la variable de respuesta,

α_i = es el efecto fijo de la i-ésima edad de la vaca (o número de parto),

β_j = es el efecto del j-ésimo mes del año,

$\alpha\beta_{(ij)}$ = es el efecto de la interacción de la i-ésima edad de la vaca con el j-ésimo mes del año,

γ_k = es el efecto del k-ésimo periodo de días en leche como covariable,

ϵ_{ijkl} = error experimental anidado en todos los efectos del modelo.

Las medias se estimaron mediante pruebas de t student para parejas de medias ajustadas (medias mínimo-cuadráticas) con el comando LSMEANS del procedimiento GLM del programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002). Las medias se declararon diferentes cuando $P < 0.05$. De otro modo se consideraron iguales. Se construyeron gráficas para representar la interacción cuando fue significativa. Cuando los efectos principales fueron los significativos, se construyeron cuadros.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alimentación de las vacas durante el periodo fue a base de una ración completamente mezclada, la cual se ofrecía en dos frecuencias (8:00 y 15:00 h), la integración de ingredientes y su composición química se muestra en el cuadro 1..

Ingrediente	Porcentaje
Ensilado de maíz	
Ensilado de triticale	
Heno de alfalfa	
Heno de avena	
Soja	
Semilla de algodón	
Maíz rolado	
Melaza	
Licor de maíz	
Gabazo (desperdicio de cervecería)	

Composición Química	Porcentaje
Materia seca (MS)	
Humedad (H)	
Proteína Cruda (PC)	
Extracto Etéreo (E.E)	
Cenizas (CEN)	
Fibra Detergente Neutro (FIDN)	
Fibra Detergente Acido (FIDA)	
Lignina (L)	

EL Cuadro 2 muestra las condiciones climatológicas registradas durante el año 2016 por mes, categorizado los niveles del índice de temperatura y humedad donde se registraron valores inferiores a ITH < 74.

PARÁMETRO	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media, °C	13.8	15.5	17.7	20	21.1	20.7	19.3	19.5	18.9	17.3	15.5	14.4
Temperatura mínima, °C	5.1	6.2	8.3	10.7	12.2	13	12.3	12.2	12.1	9.6	7	5.8
Temperatura máxima, °C	22.5	24.8	27.2	29.3	30	28.4	26.4	26.8	25.7	25	24	23
Precipitación, mm	15	4	6	23	49	119	122	115	90	44	11	8
Humedad relativa %	56.1	50.3	51.2	43.3	52.7	115.1	70.8	72.6	72.6	69.5	71.8	61.3
Velocidad del viento, k/h	11.2	14.2	15.2	13.7	12.1	14.5	8.5	7.8	8.1	13.5	12.1	11.6
Índice de temperatura y humedad%	57.2	59.5	62.4	65	67	70	65.5	65.9	65.0	62.4	59.7	58.1

La vaca Holstein es un animal de origen europeo y por lo tanto su máxima producción la alcanza dentro de su temperatura ambiental óptima que es de 13 a 18 °C. González (2005) considera como temperatura ambiente ideal para una vaca lechera entre 5 °C y 25 °C.

Las vacas lecheras son muy susceptibles al estrés de calor. En ese estado su temperatura rectal supera los 39 °C, su frecuencia respiratoria es mayor a 80 por minuto, la ingestión de materia seca disminuye un 10% a 30% como vía de disminuir la producción de calor en el tracto digestivo y la producción desciende un 10% (Portela, 2005; Martín, 2005).

Se sabe que a partir de 25 °C, los animales tienen estrés de calor y comienzan a activar mecanismos de compensación tales como vasodilatación periférica, jadeo, incremento de la tasa respiratoria, aumento en la ingesta de agua y disminución de la ingesta de alimento, que alteran la función reproductiva. Esto se traduce en una menor tasa de detección de celos y expresión de los mismos, alargando los días abiertos.

Mujika, I. (2005) En la práctica se ha constatado que en los dos primeros días de una ola de calor, el ganado no sufre severamente los efectos negativos de ésta, no resintiéndose las producciones. A partir de los primeros días y noches de altas temperaturas el ganado no puede auto refrigerarse y entra en situación de estrés, el bienestar animal se ve afectado, la ingesta de alimentos disminuye y como consecuencia la producción láctea baja.

Valor	Descripción
ITH ≤74	No hay estrés calórico
ITH = 75-79	Leve estrés calórico
ITH = 80-83	Estrés calórico medio
ITH ≥84	Estrés calórico grave

Rangos de ITH por Hahn (1999).

En referencia a los niveles del índice de temperatura y humedad donde se registraron valores inferiores a un ITH < 74. No se encuentra que haya estrés calórico.

El Cuadro 3 muestra el número de observaciones analizadas por mes del año y por edad de la vaca que fue un total de 1895 vacas.

EDAD	MES												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	66	51	18	27	52	42	51	84	69	90	106	114	770
2	40	21	10	15	14	7	32	53	58	45	58	62	415
3	83	55	7	10	19	26	39	64	101	92	108	106	710
Total	189	127	35	52	85	75	122	201	228	227	272	282	1895*

*Total de observaciones analizadas (N=1895).

Cuadro 4 muestra las medias generales y desviaciones estándar de los parámetros bajo estudio.

VARIABLE	MEDIA	±	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Días en producción	227.4	±	83.0
Pico de leche	41.3	±	7.5
Días al pico	69.4	±	44.5
Producción ajustada*	11615.8	±	1922.1
Producción total	7812.0	±	2857.2
Días a primer servicio	77.0	±	19.2
Días abiertos	159.4	±	85.8
Servicios por concepción	3.1	±	2.13

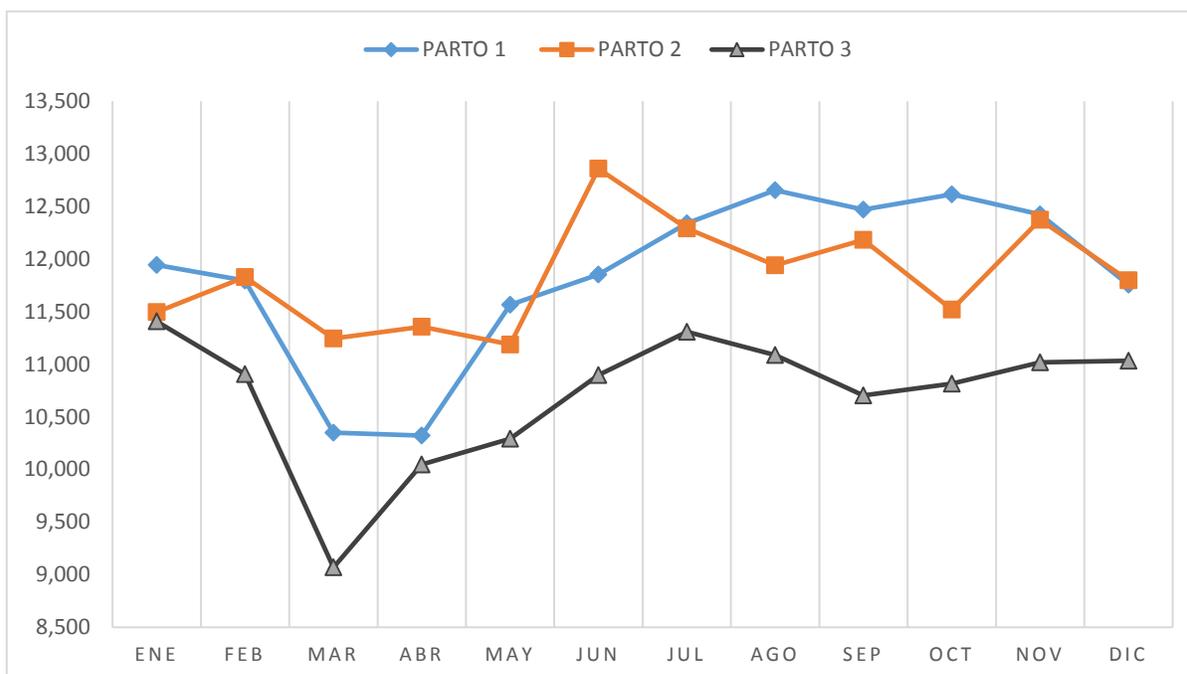
*Producción de leche ajustada a 305 d, dos ordeños y equivalente maduro.

Cuadro 5 indica los promedios y desviación estándar de parámetros productivos y reproductivos de acuerdo al número de parto de la vaca en un hato lechero Holstein

Variable	Parto 1			Parto 2			Parto 3		
	Media	±	D.E	Media	±	D.E	Media	±	D.E
Días en leche	236.9	±	87.8	229.7	±	82.1	215.7	±	76.5
Pico de leche	36.6	±	5.0	43.6	±	6.7	45.0	±	7.4
Días al pico	89.5	±	54.9	55.4	±	27.9	55.7	±	28.7
Producción ajustada*	12168.4	±	1789.3	11920.8	±	1860.6	10838.4	±	1839.5
Producción total	7437.3	±	2874.3	8297.0	±	2955.1	7934.9	±	2727.9
Días a primer servicio	93.1	±	13.5	65.9	±	13.8	66.1	±	14.2
Días abiertos	164.0	±	84.7	159.6	±	88.3	154.3	±	85.3
Servicios por Concepción	2.8	±	2.1	3.4	±	2.2	3.2	±	2.1

*Producción de leche ajustada a 305 d, dos ordeños y equivalente maduro.

La Grafica 1 muestra el efecto de la interacción del parto X mes sobre la producción de leche ajustada a 305 días diferenciado por la edad, dando como resultado que la producción de vacas de tercer parto muestran una producción inferior respecto a vacas de primer y segundo parto.



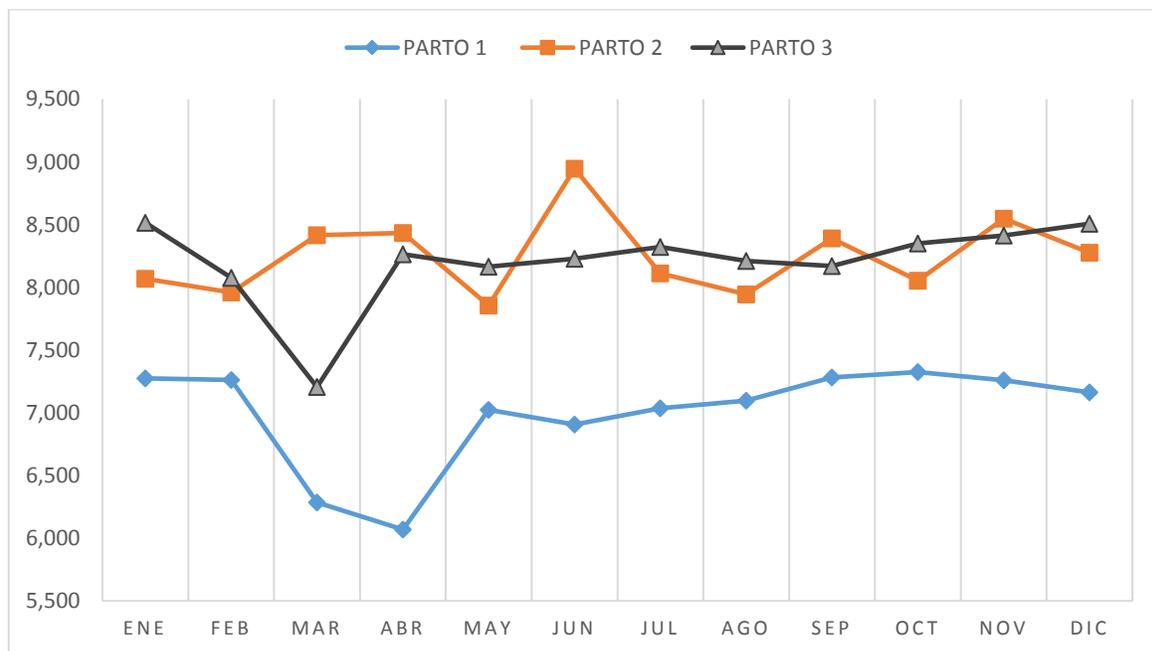
a, b, c Medias con diferente literal por mes de parto difieren ($P < 0.05$); ns = no significativo ($P > 0.05$).

Según Vélez *et al.* (2002) existen varios factores de corrección para la producción de leche. La longitud de lactancia se corrige acortando las que han sido mayores a 305 días y proyectando las que han sido menores. Con respecto a la edad del parto la corrección se hace tomando en cuenta que la producción varía dependiendo de la edad del animal.

Ochoa, P. (2008), dice que durante el período de lactación, la producción de leche va aumentando a partir del parto, hasta que alcance su máxima producción, lo que podrá ocurrir dentro de la tercera a sexta semana; posteriormente sufre un descenso

gradual en la producción. El grado en el que se mantiene la producción conforme esta avanza se llama persistencia. Algunas veces el ganado lechero es seleccionado frecuentemente en el transcurso de la lactancia, con la ayuda de los factores de ajuste que relaciona la producción total con respecto a la producción parcial acumulada, permite estimar la producción a 305 días. Estos factores de corrección varían de acuerdo a la raza, edad y lugar donde fue calculado.

La Grafica 2 muestra efecto de la interacción número de parto X mes de parto sobre la producción de leche total, en este caso vacas de la de edad de tercer parto tienen una producción no significativa ($P>0.05$) con vacas de segundo parto, a diferencia con vacas de primer parto mostrando significancia ($P<0.05$) respecto a vacas de segundo y tercer parto.



a, b, c Medias con diferente literal por mes de parto difieren ($P<0.05$); ns = no significativo ($P>0.05$).

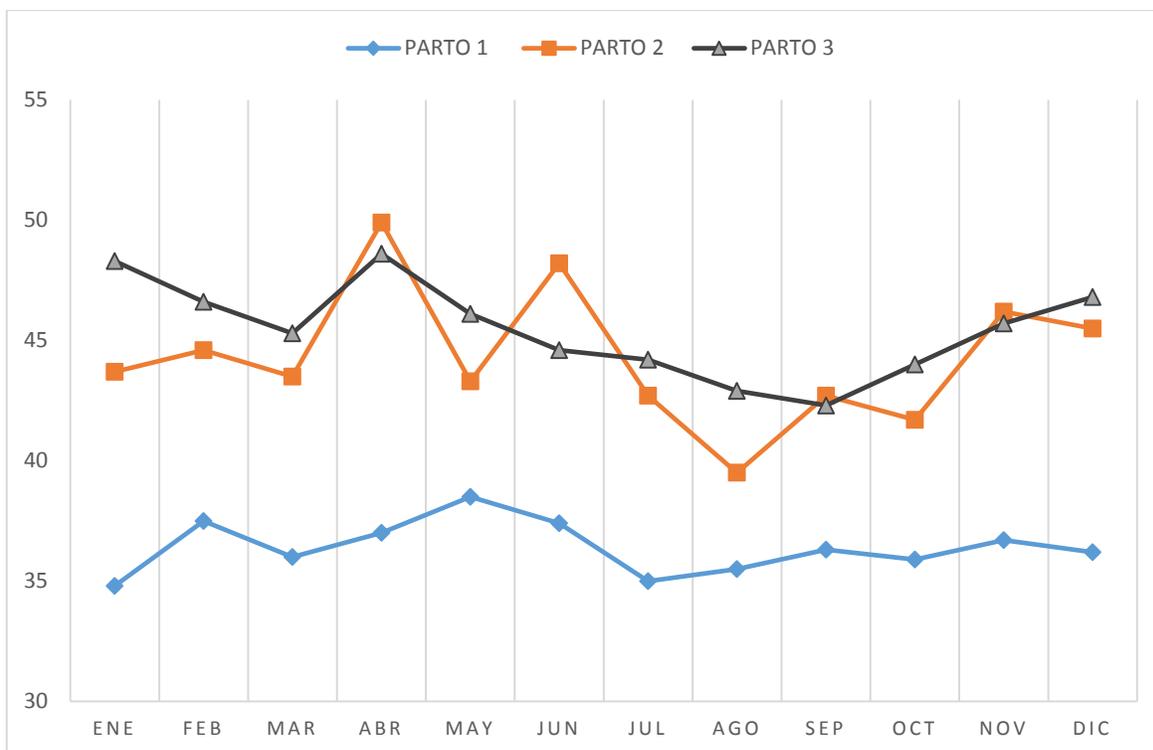
La producción de leche incrementa de acuerdo al número de partos. García-Muñiz *et al.*, (2005) cita que el número de parto afectó la Producción de leche total. Las

vacas de primer parto presentaron menor, que las de segundo, tercero o más partos, debido a que no han alcanzado su tamaño maduro.

Eicker *et al.*, (1996) y Pollot (2000) consideraron que el incremento en la producción de leche total del primer parto a los posteriores se debe a que cuando la vaca alcanza su tamaño maduro se incrementa la proporción de nutrientes dirigida a la producción de leche, además de que las células del parénquima del tejido mamario se incrementan sustancialmente entre la primera y segunda lactancia.

Para animales en confinamiento con poca variación en la alimentación, algunos estudios (Wood, 1972; Keown *et al.*, 1986) han encontrado que la producción de leche total no se ve afectada por la época del año y es relativamente estable. Donde se obtuvieron producción de leche total mayores (<0.05) en la época de lluvias que en la de secas.

La Grafica 3 muestra el efecto de la interacción número de parto X mes de parto sobre los días al pico de producción de leche obteniendo como resultado que las vacas de primer parto llegan al pico a los 89.5 ± 54.9 d., segundo parto 55.4 ± 27.9 d., y tercer parto a los 55.7 ± 28.7 d. siendo significativo ($P < 0.05$) el resultado de vacas de primer parto respecto al segundo y tercero, alcanzando vacas de primer parto el pico de producción más temprano.

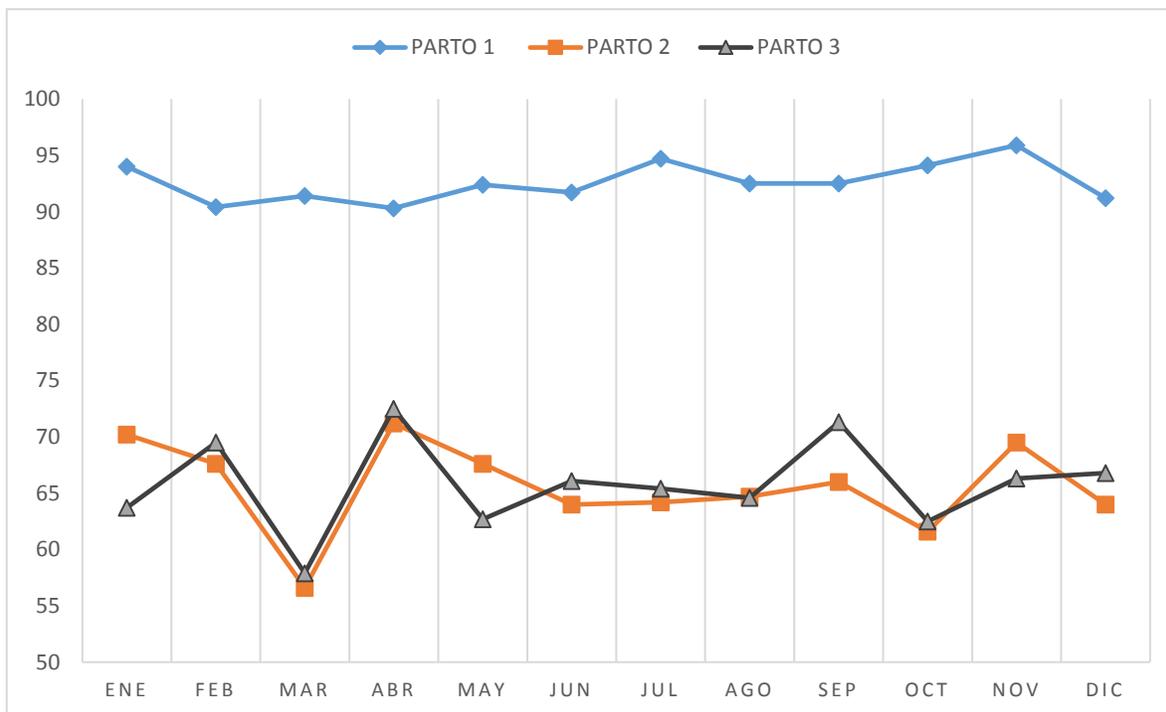


a, b, c Medias con diferente literal por mes de parto difieren ($P < 0.05$); ns = no significativo ($P > 0.05$).

García-Muñiz *et al.*, (2005) reporta en que vacas de primer parto alcanzaron el pico de producción en mayor tiempo (78,1 días), que las de tercero (58,3). Estos resultados se deben a que animales de primer parto tienen curvas de lactancia más persistentes y con menor producción total de leche que las mul-típaras, lo que provoca que la máxima producción de leche se exprese en un mayor tiempo después del parto. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Rowlands *et al* (1982) donde los días al pico de producción de vacas de primer parto se presentaron alrededor de tres semanas más tarde que las de segundo parto.

Esto se explica en parte por el hecho de que los animales jóvenes producen aproximadamente 75% de la producción de una vaca adulta (Norman *et al.*, 1995).

La Grafica 4 Muestra el efecto de la interacción número de parto X mes de parto sobre los días a primer servicio dando como resultado que vacas de primer parto reciben el primer servicio a los 93.1 ± 13.5 d., segundo parto a los 65.9 ± 13.8 d. y vacas de tercer parto a los 66.1 ± 14.2 d. siendo el primer parto significativo ($P < 0.05$) respecto al segundo y tercer parto.



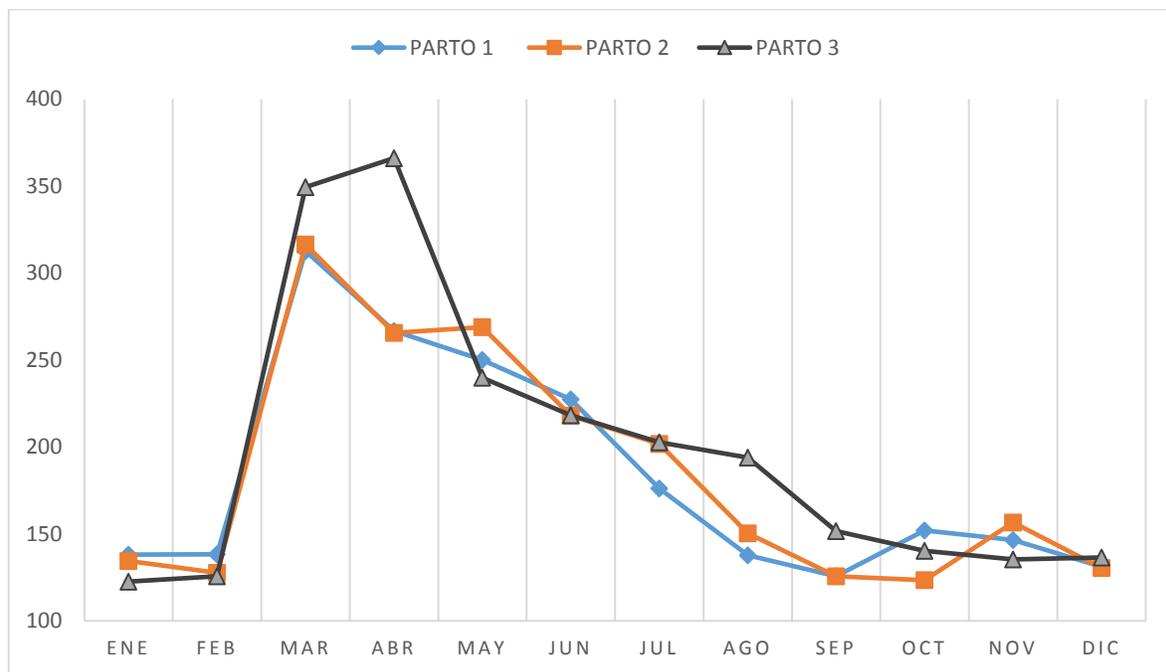
a, b, c Medias con diferente literal por mes de parto difieren ($P < 0.05$); ns = no significativo ($P > 0.05$).

Este período según Vélez *et al* (2002) debe oscilar entre 85 y 115 días.

Stevenson (1995) al estudiar 13271 vacas lecheras de 137 establos en Estados Unidos encontró que el 90% de las vacas estaba con metritis a los 15 días post parto. A los 30 y 60 días este porcentaje bajó a 79 y 9%, respectivamente. Dice que el inicio del ciclo estral de vacas lecheras no empieza sino 3 ó 4 semanas después del parto y que su fertilidad no alcanza su pico hasta los 60 días post parto.

Arana (2001) cita que en diversas publicaciones se ha mencionado como intervalos desde el parto al primer celo de 33 a 85.5 días y en otros de 30 a 76.3 días. También menciona que el primer celo detectable suele aparecer a las 5 semanas postparto, aunque se acepta que el primer signo de celo no es siempre reflejo del comienzo de la actividad cíclica. Concluye que con una buena alimentación y sanidad se puede encontrar que el 90% de las vacas retornan a la actividad ovárica dentro de 40 a 60 días después del parto (Larson, 1992 citado por Arana, 2001).

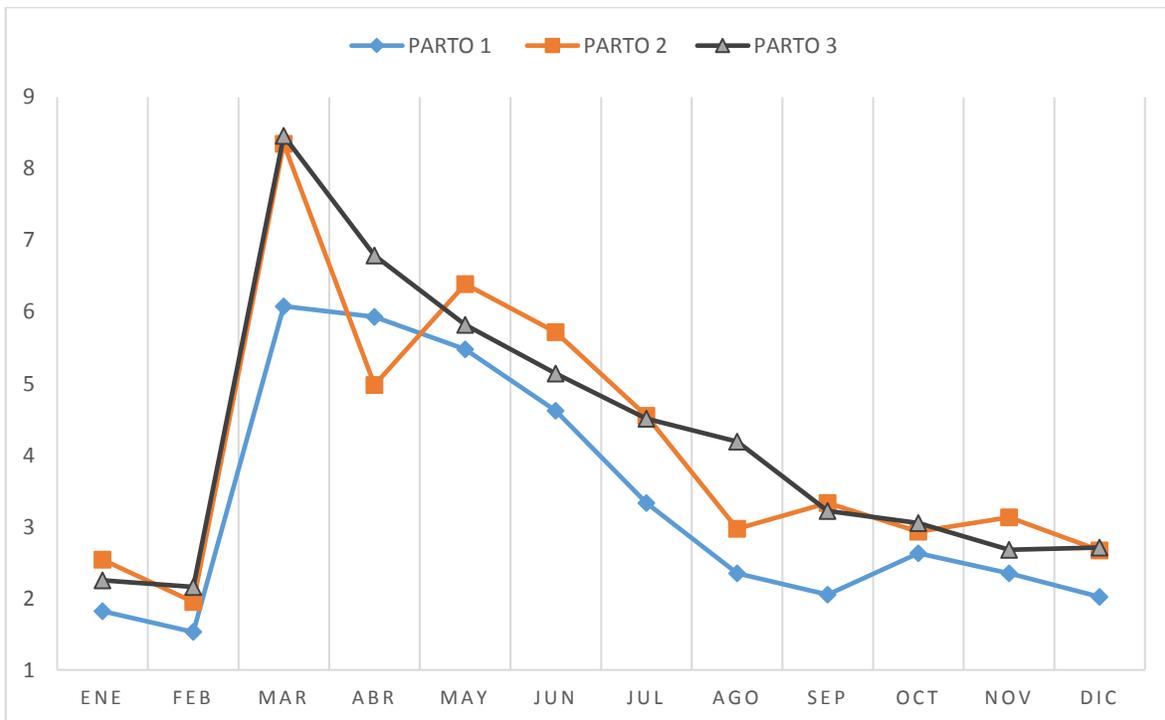
La Grafica 5 Muestra el efecto de la interacción número de parto X mes de parto sobre los días abiertos dando 164 ± 84.7 d., para primer parto, 159.6 ± 88.3 d., en segundo parto y para el tercero 154.3 ± 85.3 d. Mostrando una significancia ($P < 0.05$) en los meses de Marzo y Abril respecto al resto de los meses del año.



a, b, c Medias con diferente literal por mes de parto difieren ($P < 0.05$); ns = no significativo ($P > 0.05$).

Barletta (2004) cita una investigación en la que se encontró que el estrés producido por enfermedades como la hipocalcemia o laminitis pueden aumentar en 14 días el intervalo parto – concepción y en 0,5 la cantidad de dosis seminales requeridas para preñar una vaca. También menciona que tratando a las vacas contra los parásitos en el periparto, el intervalo parto – concepción disminuye en promedio 4,8 días respecto a vacas no tratadas.

La Grafica 6 Muestra el efecto de la interacción número de parto X mes de parto sobre los servicios por concepción para primer parto 2.8 ± 2.1 d., segundo parto 3.4 ± 2.2 d., y en el tercer parto 3.2 ± 2.1 d. siendo que en los meses de Marzo y Abril aumentaron significativamente ($P < 0.05$) vacas de primer, segundo y tercer parto, respecto al resto de los meses del año.



a, b, c Medias con diferente literal por mes de parto difieren ($P < 0.05$); ns = no significativo ($P > 0.05$)

Wattiaux (1999) Denota que los valores deseables están entre 1.1 (refleja buena fertilidad) y 2.0 (meta real en muchos hatos), valores mayores a 2.5 servicios indican problemas reproductivos severos.

Hay valores menores de servicios por concepción reportados, pero no difieren en gran medida de los hallados en el presente estudio. Estos valores son influenciados por una buena detección de celo para inseminar vacas que están realmente aptas y de la habilidad del inseminador, es decir, de factores que pueden variar de un establo a otro y puede explicar esta diferencia. Risco et al. (2005) manifiestan que los niveles de concepción pueden variar hasta en un 22% dependiendo de los inseminadores. Wattiaux (2004) considera que más del 90% de las vacas de un establo deben requerir menos de 3 servicios para concebir.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los valores obtenidos en el presente estudio, se concluye que el comportamiento general del hato lechero Holstein del Estado de Querétaro durante el periodo de 2016 a 2017 es bueno, pero factible de mejorar, tanto en la actividad productiva como reproductiva. Se demostró que la importancia del manejo y el efecto del mes de parto y de la edad de la vaca son fundamentales para obtener una producción elevada.

La producción de leche mostro diferencias importantes por mes de parto y edad de la vaca, siendo menor en el mes de Marzo, Abril y Mayo, esto se atribuye a los aumentos de temperatura, presencia de lluvias, majo del hato y en parte a la calidad del forraje al momento que las vacas alcanzaron su pico de producción.

Se observó que la actividad reproductiva fue más afectada en los meses de Marzo, Abril y Mayo, ya que en vacas con partos durante estos meses, tienen actividad reproductiva reducida debido a que son meses, cuando se registran los aumentos de temperatura.

Se recomienda la utilización de sistemas de enfriamiento en la zona de San Fandila, Pedro Escobedo Querétaro, para reducir el efecto del estrés por calor.

IX. LITERATURA CONSULTADA

1. Agudelo Gómez, Divier Antonio; Bedoya Mejía, Oswaldo; (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, enero-junio, 38-42.
2. ALAIS, C., (1985). *Ciencia De La Leche*. Barcelona: REVERTÉ.
3. Alencar, M. M., Mascioli, A. S., and Freitas, A. R. (2005). Evidencias de interacción genotipo medio ambiente sobre características de crecimiento en bovinos de corte. *Rev. Brasileña de Zootecnia* 34: 489-495.
4. Almeyda, M.J.M. (2013). *Manual de manejo y alimentación de vacunos II: Manejo y alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos*. Jefe del Programa de Investigación de leche de la UNA La Molina-Facultad de ZootecniaEngromix.
5. Arango, J. y Echeverri, J. J. (2014). Asociación del valor genético del toro con caracteres productivos en vacas lecheras en Colombia. *Archivo de zootecnia* 63: 227-237.
6. Arias, R. A., Mader, T. L. y Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet.* 40: 7-22.
7. Ariza, D.C.C. (2011). *Análisis productivo y reproductivo de un hato lechero*. Trabajo de grado para obtener el título de Industria Pecuaria. Corporación Universitaria Lasallista, Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Industrias Pecuarias, Caldas, Antioquia.
8. Arriaga JC, Espinoza OA, Albarrán PB, Castelán OO, Rojo GH, Valdés MJL. (1997). Resultados en el mejoramiento participativo de sistemas campesinos de producción de leche en el Valle de Toluca. *Universidad Autónoma del Estado de México*.:319-351.
9. Bartaburu, D. (2001). La vaca lechera en el verano: sombra, agua y manejo. *Sitio argentino de Producción Animal. Revista del Plan Agropecuario*.

10. Baye, T. M., Abebe, T., and Wilke, R. A. (2011). Genotype-Environment Interactions and their Translational Implications. *Personalized Medicine* 8: 59-70.
11. BENAVIDES, O., CERÓN, M., COSTA, C., SOLARTE, C., Y TONHATI, H. (2003). Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16:26-32.
12. Berry, D. P.; Meade, K. G.; Mullen, M. P.; Butler, S.; Diskin, M. G.; Morris, D.; Creevey, C. J. (2011). The integration of 'omic' disciplines and systems biology in cattle breeding. *Animal*. 5: 493–505.
13. CAÑAS, J.; CERÓN, M, Y CORRALES, J. (2011). Modelación de curvas de lactancia para producción de leche, grasa y proteína en bovinos Holstein en Antioquia, Colombia. Grupo de Investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal, Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 16:2514-2516.
14. Cervantes EF, Santoyo CH, Álvarez MA (2001) Lechería familiar, factores de éxito para el negocio. 1ra ed. UACH/CIESTAAM-PIAI. Plaza y Valdés. México, D.F. 230 pp.
15. Chamberlain, A.T., Wilkinson, J.M. (2002). Alimentación de la vaca lechera. España: ACRIBIA.
16. CLIMATE-DATA.ORG. (2017). En: <https://es.climate-data.org/location/788919/>.
17. Córdova, I.A., P. Gutiérrez, y J. Félix. (2005). Relación reproducción-producción en vacas Holstein. *Rev. REDVET*.
18. Corea-Guillén, E.E., Alvarado-Panameño, J.F., Leyton-Barrientos, L.V. (2008). Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*. 19:251-259.
19. Diaz, I. D. P. S., Oliveira, H. N. D., Bezerra, L. A. F., and Lôbo, R. B. (2011). Genotype by Environment Interaction in Nelore cattle from five Brazilian states. *Genetics and Molecular Biology* 34: 435-442.

20. Dickinson, F.N., R. L. Powel. (1984). Mejoramiento Genético de la Producción en Ganado Lechero. *Rev. Mex. Prod. Animal.* 16:1-11.
21. Drackley J.C.; Donkin S. S.; Reynolds C.K. (2005). Major Advances in Fundamental Dairy Cattle Nutrition. *J Dairy Sci*, 89: 1324 – 1336.
22. Echeverri, J., Rincón, J. C., and López-Herrera, A. (2014). Estimation of genotype-by-environment interaction for milk traits based on foreign sires used in Colombia. *Rev. Colombiana de Ciencias Pecuarias* 27: 245-252.
23. Eggen, A. (2012). The development and application of genomic selection as a new breeding Paradigm. *Anim Front*, 2: 10 – 15.
24. Esslemont, R.J. (1993). The scope for raising margins in dairy herds by improving fertility and health. *British Veterinary Journal* 149, 537-547.
25. García HLA. (1996). Las importaciones mexicanas de la leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional. México Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. US Dairy Export Council.
26. Gerosa, S.; Skoet, J. (2012). Milk availability Trends in production and demand and médium term outlook. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/an450e/an450e00.pdf>
27. Glauber. C.E. (2007). Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Departamento de la producción animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires, Argentina. Sitio argentino de Producción Animal. *Veterinaria Argentina.* 24:274-281.
28. Goddard, M. E. (2012). Uses of genomics in livestock agriculture. *Anim Prod Science.* 52: 73 – 77.
29. Hahn G. L. (1999). Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci.* 77: 10-20.
30. Hayes, B. J., Lewin, H. A., and Goddard, M. E. (2013). The future of livestock breeding: genomic selection for efficiency, reduced emissions intensity, and adaptation. *Trends in Genetic* 29: 206-214.
31. Hill, W. G. (2012). Quantitative Genetics in the Genomics Era. *Current Genomics.* 13: 196-206.

32. Huquet, B., Leclerc, H., and Ducrocq, V. (2012). Modelling and estimation of genotype by environment interactions for production traits in French dairy cattle. *Genetics Selection Evolution* 44: 1-14.
33. IPCC. (2007). *Climate Change. (2007): Mitigation. Contribution of working group III to the fourth Assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* (eds) B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer. Chapter 8 Agriculture, pp 498-540. Cambridge University Press.
34. Kebreab, E. (2013). *Sustainable Animal Agriculture*. CAB International, Oxfordshire, UK. 313.
35. Kertz, A.I.F. (2007). Manejo y alimentación de la vaca lactante. *Hoard's Dairyman en español*. 60-64
36. Larios-Sarabia, N., Ramírez-Valverde, R., Núñez-Domínguez, R., García-Muñiz, J. G. y Ruíz-Flores, A. (2011). Caracterización técnica, social y económica de las empresas del hato bovino Jersey de registro en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo* 8: 229-247.
37. Lozano-Domínguez, R. R., Asprón-Pelayo, M. A., Vásquez-Peláez, C. G., González-Padilla, E. y Aréchiga-Flores, C. F. (2010). Efecto del estrés calórico sobre la producción embrionaria en vacas súper ovuladas y la tasa de gestación en receptoras. *Rev. Méx. de C. P.* 1: 189-203.
38. Mader, T. L. (2002). Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81:E110–E119.
39. Mader, T. L., L. J. Johnson, and J. B. Gaughan. (2010). A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *J. Anim. Sci.* 88:2153–2165.
40. Makkar, H.; Ankers, P. (2014). Towards Sustainable Animal Diet: A Survey Based Study. *Anim Feed Sci Tech.* 198: 309 – 322.
41. Martínez, C. A.; Manrique, C.; Elzo, M. A. (2012). La evaluación genética de vacunos: una percepción histórica. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 25: 293 – 311.

42. McDowell, L.R., Velásquez, P. y Valle, G. (1997). Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Universidad de Florida. Gainesville, Florida, USA.
43. Montaldo, H. H.; Casas, E.; Sterman Ferraz, J. B.; Vega-Murillo, V. E.; Román-Ponce, S. I. (2012). Opportunities and challenges from the use of genomic selection for beef cattle breeding in Latin America . Anim Front. 2: 23 – 29.
44. Montes-V, D., Barragán-H, W., Vergara-G, O. (2009). Parámetros genéticos de características productivas y reproductivas para ganado de tipo carne en Colombia. Revisión. Revista colombiana de Ciencias Animales.1:302-318.
45. Ortiz, A.D.F. (2006). Índices reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
46. Ortiz, S.J.A., García, T., Morales, T.G. (2005) Manejo de bovinos productores de leche. Manual del participante. Manual de bovinos leche. Secretaria de la reforma agraria. Colegio de Posgraduados. Fondo de Tierras e Instalación del Joven Emprendedor.
47. Phillips, C.J.C. (1998). Avances de la ciencia de la producción lechera. España: ACRIBIA.
48. Rodríguez, Y. y Guerra, D. (2013). Evidencia de interacción genotipo-ambiente para peso final en prueba de comportamiento en el Cebú Cubano. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 47: 13-17.
49. Sánchez, S.A. (2010). Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad veracruzana.
50. SAS. (2002). SAS Procedures Guide, Versión 9.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
51. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2016). Información pecuaria. (<http://www.siap.gob.mx>).

52. Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 67:1–18.
53. Thonney, M. L.; Hogue D. E. (2013). Fermentable Fiber for Diet Formulation. En *Proceedings 2013 Cornell Nutrition Conference*, 174-198.
54. Tumwasorn, S. (2012). The optimization of environment and genotype to maximize farm income in the tropics. *Khon Kaen Agriculture Journal* 40: 100-103.
55. Underwood EZ, Shuttle NF. (1999). *Mineral nutrition of livestock*. London, UK: CAB International.
56. Van Soest P.J. (1982). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O&B Books, Corvallis, Oregon, USA. 349.
57. Vélez, I.A. (2012). Factores que influyen en la probabilidad de adopción tecnológica en unidades de producción de lechería familiar en Guanajuato, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
58. Verde, O. (2010). Interacción genotipo x ambiente para peso a 548 días en bovinos de carne. *Zootecnia Tropical* 28: 507-512.
59. Villamar AL., Olivera CE. (2005). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México. Coordinación General de Ganadería. SAGARPA., México.
60. WEATHER-WUNDERGROUND. (2017). CEA-PEDRO ESCOBEDO QUERETARO. En: <https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=IQUERETA10#history>
61. Webster, J. (1993). *Understanding the Dairy*, 2nd end. Blackwell Scientific Publications, London, 374 pp.
62. Vélez, M; Hincapié, J.J.; Matamoros, I; Santillán, R. (2002). *Producción de ganado lechero en el trópico*. 4ed. Zamorano, HN. Zamorano Academic Press. 326 p.
63. Stevenson, J. (1995). Mida y entienda la eficiencia reproductiva. *Hoard's dairyman en español*. Abril. pp. 23 -29, México.

64. Arana, C. (2001). Factores que afectan el intervalo parto, primer servicio y servicios por concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. Tesis Bachillerato. Fac. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima. 62p.
65. Wattiaux, M. (1999). Reproducción y selección genética. Trad. J Cibelli. 2^a ed. Instituto Babcock para la investigación y desarrollo de la industria lechera. Wisconsin, USA. 164 p.
66. OCHOA, P. (2008). Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Departamento de Genética y Bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. D.F, México. Obtenido de <http://www.fmzv.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/>.
67. Gonzalez, A. (2005). La temperatura y la humedad en el desempeño del ganado lechero. Disponible desde: <http://www.ganaderia.com.mx/articulos/reproduccion/rep007.php>.
68. Portela, J. (2005). Manejo de la alimentación en los periodos de estrés por calor. Disponible desde: www.prodivesa.com.
69. Risco, C. y L. Archibald. (2005). Eficiencia reproductiva del ganado lechero. 2005 May. Disponible desde: <http://www.prodivesa.com>.
70. Martin, M. (2005). Estrés por calor en vacas lecheras. Disponible desde: <http://www.ganaderia.com.mx/articulos/reproduccion/rep025.php>.
71. García-Muñiz, J., & Mariscal-Aguayo, D., & Caldera-Navarrete, N., & Ramírez-Valverde, R., & Estrella-Quintero, H., & Núñez-Domínguez, R. (2007). Variables relacionadas con la producción de leche de ganado holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia*, 32, 841-846.
72. Norman HD, Meinert TR, Schutz MM, WrightJR (1995). Age and seasonal effects on Hol-stein yield for four regions of the United States over time. *J. Dairy Sci.* 78: 1855-1861.

73. Eicker SW, Grohn YT, Hertl JA (1996). The association between cumulative milk yield, day open, and days to breeding in New York Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 79: 235-241.
74. Pollot GE (2000). A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. *J. Dairy Sci.* 83: 2448-2458.
75. Wood PDP (1972). A note on seasonal fluctuations in milk production. *Anim. Prod.* 15: 89-92.
76. Keown JF, Everett RW, Empet NB, Wadell LH (1986). Lactation curves. *J. Dairy Sci.* 69: 769-781.
77. Mujika, I. (2005). El estrés calórico, efecto en las vacas lecheras. *Sitio argentino de producción animal. Navarra agraria.* pp. 36-44.