



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA  
LECHE DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY DE PRIMER PARTO,  
ALIMENTADAS CON UNA RACIÓN TOTALMENTE MEZCLADA  
(TMR)”

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

**NANCY ALEJANDRA LAUREANO MIGUEL**

ASESORES:

**DR. EN C. JUAN EDREI SANCHEZ TORRES**  
**DR. EN C. IGNACIO ARTURO DOMÍNGUEZ VARA**  
**DR. EN C. ERNESTO MORALES ALMARAZ**

REVISORES:

**DR. EN C. MANUEL GONZÁLEZ RONQUILLO**  
**DR. EN C. JOSE LUIS BORQUEZ GASTELUM**



Toluca México, Mayo de 2017.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al **M. en C. Adrián Nava Mondragón** por facilitar todos los medios para la realización de la fase de campo de mi trabajo experimental.

A la **Universidad Autónoma del Estado de México**, por facilitar los medios para la realización de la fase de laboratorio de mi trabajo experimental, en especial al Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A mí tutor el **Dr. Juan Edreí Sánchez Torres** por su asesoría en el desarrollo de mi proyecto experimental, en la elaboración de mi tesis para graduarme y también por brindarme su apoyo, su incondicional amistad y paciencia.

A mis asesores de tesis **Dr. Ignacio Arturo Domínguez Vara** y **Dr. Ernesto Morales Almaraz**, por la asesoría en la elaboración de mi tesis.

Al equipo del Laboratorio de Ciencia de la Carne: Ing. Lulú, Conchita, Pao e Ignacio, por apoyarme y brindarme su amistad desde el primer día que llegue al equipo.

A las personas que conocí durante esta trayectoria y me brindaron su franca amistad: Ana, Joselyn, Alejandra, Claudia, Alejandro.

A Pedro De Jesús Alanís por motivarme a mejorar y creer en este proyecto.

## **DEDICATORIAS**

A mi madre, por siempre darme fortaleza y encontrar en sus ojos la respuesta a eso que me agobia, por darme la vida y la confianza para enfrentar cada reto.

A mis hermanas Brenda y Erika por ser el impulso a continuar y ser el ejemplo que merecen, por sus risas y hacerme volver a vivir lo bello de la infancia.

A mi Padre, por quererme a pesar de todo y mostrarme que no necesito más que su ejemplo de fortaleza y entereza para ser su hija, por enseñarme a trabajar y darme las mejores lecciones de vida.

## CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
2.1. Producción de leche bovina a nivel mundial .....	2
2.1.1. Producción de leche en México .....	2
2.1.2. Principales estados productores de leche en México .....	3
2.2. Razas utilizadas en la producción de leche .....	4
2.2.1. Holstein .....	5
2.2.2. Jersey.....	6
2.3. Dinámica y fisiología de la producción en vacas lecheras.....	7
2.3.1. Curva de lactación y producciones esperadas.....	8
2.3.2. Producción de leche en las diferentes etapas de la lactación .....	8
2.4. Factores que afectan la producción y composición de la leche.....	9
2.4.1. Capacidad genética .....	9
2.4.2. Frecuencia de ordeño.....	10
2.4.3. Edad de la vaca.....	11
2.4.4. Condición corporal .....	12
2.4.5. Periodo seco .....	12
2.4.6. Temperatura y humedad.....	13
2.4.7. Estación del año .....	13
2.4.8. Alimentos .....	14
2.4.9. Peso al primer parto.....	14
2.4.10. Enfermedades .....	15
2.5. Características químicas de la leche.....	15
2.5.1. Agua .....	16
2.5.2. Grasa.....	17
2.5.3. Proteína.....	17

2.5.4. Lactosa.....	17
2.5.5. Vitaminas .....	18
2.5.6. Minerales .....	18
2.5.7. Enzimas .....	19
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. HIPÓTESIS .....	21
V. OBJETIVOS .....	22
VI. MATERIAL .....	23
6.1. Material biológico.....	23
6.2. Material de campo .....	24
6.3. Material de laboratorio .....	24
VII. MÉTODO .....	25
7.1. Consumo de alimento .....	25
7.2. Composición química de los ingredientes y de la ración totalmente mezclada .....	25
7.2.1. Analizador de forrajes por espectroscopia.....	25
7.3. Producción lechera.....	25
7.4. Determinación de la composición físico química de la leche .....	26
7.5. Estimación del cambio de peso.....	26
VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	27
IX. LÍMITE DE ESPACIO.....	28
X. LÍMITE DE TIEMPO .....	29
XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
11.1. Composición química de la dieta T.M.R. suministrada .....	30
11.2. Producción y composición de la leche .....	34
XII. CONCLUSIONES.....	41
XIII. LITERATURA CITADA.....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Factores que afectan la producción y composición de la leche	10
2	Incremento de la producción relacionado con el aumento en la frecuencia de ordeño	11
3	Relación entre el peso y la producción de leche en su primera lactación de las vacas Holstein	15
4	Características químicas de la leche en las razas Holstein y Jersey	16
5	Algunas enzimas naturales de la leche y sus principales funciones	19
6	Ingredientes de la T. M. R. empleada para la alimentación en la fase experimental.	23
7	Composición nutricional de la T. M. R. (% BS) suministrada a las vacas Holstein y Jersey de primer parto durante los tres primeros meses de lactancia.	31
8	Consumo de materia seca (CMS, kg) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.	32
9	Cambio de peso vivo (CPV, kg) en vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.	34
10	Producción de leche (L) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.	35
11	Contenido de grasa (g/100 g) y proteína (g/100 g) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.	37
12	Contenido de lactosa (g/100 g) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.	38

13	Contenido de urea (mg/dl) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.)	39
----	---	----

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Producción de leche por entidad federativa en México.	4
2	Componentes de la leche.	16

---



## **RESUMEN**

La composición química nutricional de la leche de vaca es diferente dependiendo del número de lactaciones, esto independientemente de otros factores. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción y composición química de la leche en vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada. Se utilizaron 20 animales de la raza Holstein y 20 de la raza Jersey de primera lactación, Las cuales se ordeñaron tres veces al día durante los 90 días del periodo experimental, La información de la producción y composición química de la leche se analizó mediante ANOVA con apoyo del programa estadístico SAS (2000), en un diseño completamente al azar. Las vacas Holstein tuvieron una mayor ( $P<0.05$ ) producción de leche. En la cantidad de grasa las vacas Jersey tuvieron un mayor ( $P<0.05$ ) contenido. En el porcentaje de proteína se observó que las vacas Jersey tuvieron un mayor ( $P<0.05$ ) contenido en comparación con las vacas Holstein.

Palabras Claves: Producción láctea, Vacas, Grasa, proteína.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Según la FAO (2016), en el 2013 se llegó a producir a nivel mundial 769 millones de toneladas de leche, de los cuales, los países que cuentan con un excedente de este producto son Estados Unidos, Nueva Zelanda, Alemania, Francia, Australia e Irlanda, y del otro extremo, los países que requieren adquirir este insumo por su déficit de producción son China, Italia, Rusia, México, Argentina e Indonesia.

En México la producción está solventada por tres sistemas de producción de los cuales el sistema a gran escala aporta el 51% de la producción nacional, el semi especializado 21% y el de pequeña escala 28% (SIAP, 2016).

Las vacas en su primer parto no tienen la capacidad de producir en su máxima capacidad esto es debido a que al ocurrir su primera lactación aún destinan energía a su crecimiento (Klein, 2014), la glándula mamaria aún no se desarrolla en su totalidad y son propensas a padecer problemas al parto, hecho que repercute directamente en la producción.

Por otro lado, la composición química de la leche es diferente en una vaca de primer parto a una con más de dos lactaciones, en ello difieren que el porcentaje de grasa y proteína son menores, esto independientemente de la alimentación, el manejo u otros factores que se influyan sobre estas características (Mellado, 2010).

Es por ello que en el presente trabajo se analizó la diferencia entre las razas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una TMR a partir de la calidad del pienso, el consumo voluntario y las variaciones que hay en las características químicas de la leche, así como el nivel de producción que tendrá cada grupo, esto durante el primer tercio de lactación.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Producción de leche bovina a nivel mundial**

A nivel mundial los consumidores de leche han manifestado dos comportamientos paralelos en los últimos diez años; el de los países desarrollados donde su demanda es alta, considerando la disminución en su consumo per cápita; y el incremento del consumo en los países en desarrollo (FAO, 2016). A México se le incluye en la clasificación de consumo medio, por su demanda per cápita anual que va de los 30 a 150 kilogramos; encontrando como promedio un consumo per cápita de 97 kg; esto indica que se está por debajo de los 188 kg que recomienda la FAO.

En el 2012 la Secretaría de Economía (SE) estimó que a nivel mundial el consumo de leche en sus diversas presentaciones llegó a ser de 500 millones de toneladas, del cual en los últimos diez años incremento el consumo en un 1.6 %.

Para el 2015 la FAO reportó una producción de 802.8 millones de toneladas, calculando un crecimiento de producción del 1.5%, estimando que para el 2016 se producirán 816 millones de toneladas de leche a nivel mundial con un crecimiento del 1.6% (FAO, 2016). Del total de la leche producida el 85% es de vaca, el 11% de búfala, el 2% de cabra, el 1% de oveja y el 2 % de otras especies.

#### **2.1.1. Producción de leche en México**

La producción lechera en la república mexicana se desarrolla en tres sistemas: el familiar, el semi tecnificado localizados en el altiplano y sur del país, y el de gran escala ubicada principalmente en el centro-norte del país (Espinoza *et al.*, 2005; Secretaría de Economía, 2012).

El sistema familiar está condicionado a pequeñas superficies de terreno, utiliza ganado mestizo o cruza y emplea mano de obra familiar. Por otro lado, el sistema

semi tecnificado tiene ganado de las razas Holstein y Pardo Suizo, pero no llega a los niveles de producción y duración de las lactancias del sistema especializado, a la leche que obtienen se le destina al autoconsumo, es vendida a intermediarios o directamente al público (Secretaría de Economía, 2012).

El sistema de producción a gran escala cuenta con ganado especializado en la producción de leche principalmente de la raza Holstein y en menor grado Pardo Suizo Americano y Jersey, entre otras; cuenta con tecnología altamente especializada, bajo un manejo de estabulación, realizando prácticas de medicina preventiva, reproducción y mejoramiento genético (SAGARPA, 2000). Estos sistemas están ubicados principalmente en las cuencas lecheras de gran importancia, como son La Laguna (Coahuila y Durango), El Bajío (Guanajuato, Michoacán, Querétaro y Jalisco), Chihuahua, Puebla, Tlaxcala y Estado de México (Pomeón *et al.*, 2007)

A nivel nacional hasta el mes de mayo de 2016 la producción acumulada fue de 4, 715, 449 toneladas, siendo mayor con respecto al mismo periodo del 2015 con un 1.79% del cual en ese mes la producción total ascendió a 977, 854 toneladas de leche; representando un incremento del 2.54% con respecto al mes anterior y un 1.24% que el mismo mes del año 2015 (LACTODATA, 2016).

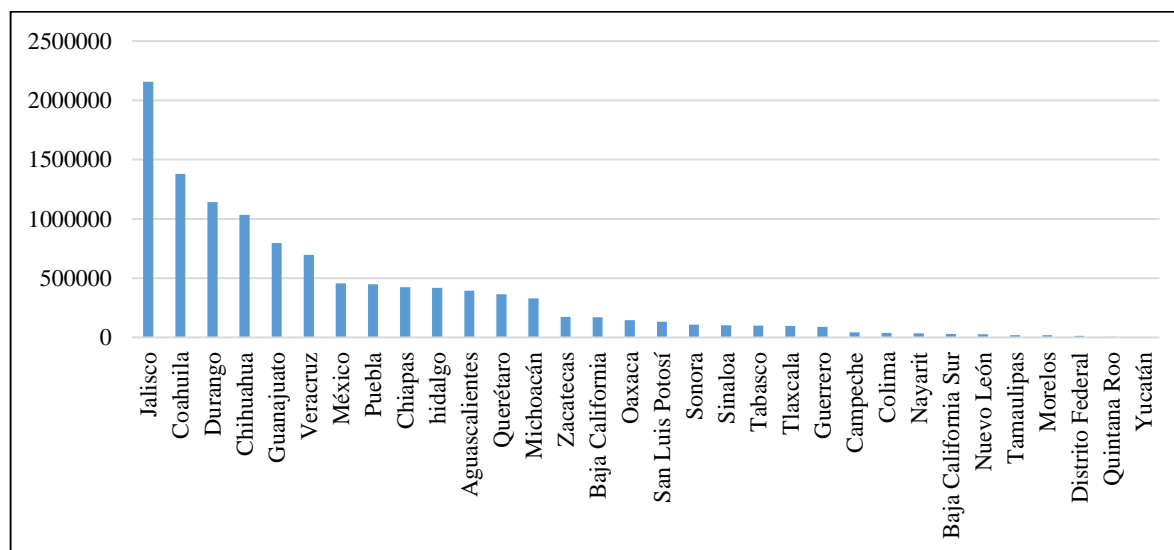
### **2.1.2. Principales estados productores de leche en México**

La producción en el año 2015 se concentró en cuatro estados que contribuyeron conjuntamente con el 50% de la producción nacional y son: Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua en ese orden de importancia.

Para el primer trimestre de 2016, la producción de leche bovina incrementó un 1.8% con 48, 000, 813, 000 litros, de los que resaltaron los estados de Coahuila,

Chihuahua, Guanajuato y México; por otra parte, los estados que disminuyeron su volumen de producción fueron Veracruz, Durango y Chiapas.

A pesar de esta situación Durango tiene una producción acumulada hasta junio del 2016 de 562,582 miles de litros, ocupando el tercer lugar de producción a nivel nacional (Figura 1) (SIAP, 2016) y según el FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura), en el 2015 el estado de Durango aportó un 9% de la producción nacional. Cabe destacar que en este estado se encuentra parte de la Comarca Lagunera; conocida como la cuenca lechera más importante del país. Esta ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional y hasta junio del 2016 registró una producción de 1,218,886 miles de litros, del cual la zona Laguna Durango aportó un 43% (525,950 miles de litros) (SIAP, 2016).



**Figura 1.** Producción de leche por entidad federativa en México (SIAP, 2016).

## 2.2. Razas utilizadas en la producción de leche

Las razas lecheras tienen el propósito de ser reproductivas en cualquier modelo productivo (Ávila y Gutiérrez, 2009), entre ellas podemos encontrar Holstein, Jersey,

Pardo suizo americano y Ayshire (Mellado, 2010); sin embargo, en los sistemas altamente especializados solo se utilizan en mayor número las siguientes razas:

### **2.2.1. Holstein**

Es una raza considerada como altamente especializada, el inicio de su importación a México ocurrió el siglo pasado difundándose principalmente en la altiplanicie central y norte del país. Actualmente se encuentra en toda la república ya sea en pureza o en cruzamiento con otras razas (CONARGEN, 2010).

El color típico del ganado es el berrendo negro y en menor número el berrendo rojo; se busca que ambos colores sean equitativos, sin embargo, puede haber excepciones.

Esta raza muestra refinamiento, expresado en su conformación general equilibrada con pecho profundo y ancho; línea dorsal recta; anca larga y nivelada; ubre bien balanceada que se adhiere fuertemente a la parte abdominal, los pezones son medianos y tiene una buena irrigación; los aplomos son rectos y la pezuña ancha. (Agraria, 2016; Ávila y Gutiérrez, 2009).

En cuanto a su conformación, es relativamente grande ya que el ancho del área abdominal y, la cinchera es grande (la longitud que va del esternón al ángulo posterior de la escapula); además de que su cuerpo no tiende a la gordura. (Agraria, 2016)

Es una raza lechera pesada, pues las vacas adultas llegan a los 675 kg y a una altura de 1.45 m; al nacer las hembras pueden pesar de 38 a 42 kg y los machos de 40 a 45kg (Breeds of livestock, 2016). Su productividad varía según el sistema de producción pues se han registrado rendimientos en promedio de 10,500 a 11,300 kg en leche por lactación en sistemas tecnificados.

Por su origen holandés están bien adaptado a climas templados fríos, el rango de temperatura óptima va del -5 a 21 °C; sin importar esto en México se ha introducido este ganado en los estados de Durango y Coahuila donde las temperaturas en verano alcanzan arriba de los 40° C es por eso que para amortiguar las perdidas por esta situación se proporciona a los animales las condiciones necesarias para crear una zona de neutralidad térmica del ganado, utilizando aspersion de agua como roció bajo la sombra y en el área de ordeña (Ávila y Gutiérrez, 2009).

### **2.2.2. Jersey**

Los primeros ejemplares en México fueron importados de la Isla de Jersey de donde son originarios, esto a mediados del siglo XIX.

Estos animales se establecieron en los estados de San Luis Potosí y Querétaro, posteriormente se realizaron más importaciones de Estados Unidos y Canadá (CONARGEN, 2010).

La raza es ligera y de tipo refinado (angulosidad y proporción), su piel es fina y el pelo corto. El color va del cervato al café o al café negruzco que puede ser completo o mostrar algunas manchas blancas.

Su cabeza es pequeña y tiene una característica concavidad frontal, los ojos saltones y el hocico oscuro. Su conformación corporal refleja un acentuado temperamento lechero (Ávila y Gutiérrez, 2009) aunque puede llegar a ser de un carácter nervioso en comparación con otras razas (Agraria, 2016).

En la etapa adulta su peso llega a ser de 430 kg y de altura puede medir 1.2 m (Ávila y Gutiérrez, 2009), a pesar de esto su rendimiento lechero con relación a su peso llega a competir con el de la raza Holstein, ya que puede producir hasta 13 veces

su peso en leche (Breeds of livestock, 2016) debido a que se han registrado promedios de producción de 8,120 kg por lactación (Ávila y Gutiérrez, 2009).

Su leche es la más rica en grasa y sólidos totales pues tiene un 3.7% de proteína, un 4.7% de grasa en promedio y los sólidos no grasos totalizan un 9.7% para un promedio de 14.11% de sólidos totales.

Es una raza con una gran capacidad para adaptarse a diversos climas, ya que su desempeño es mejor que el de otras razas en condiciones tropicales en base a que llegan tolerar 1°C más que la raza pardo suizo y 2° C más que la Holstein (Breeds of livestock, 2016).

### **2.3. Dinámica y fisiología de la producción en vacas lecheras**

La glándula mamaria tiene la función secretar leche durante la etapa post fetal, su desarrollo interno se basa en la formación de las células secretoras, que a su vez conforman al tejido funcional que son los alveolos; la leche producida es conducida por los túbulos que desembocan en un lugar de almacenamiento llamado cisterna, del cual su capacidad de almacenaje es muy amplia en la especie bovina debido a que los conductos principales están conectados a una sola cisterna, para que la leche pueda ser secretada se conecta con el pezón, que está conformado de tejido conjuntivo.

La ubre de la vaca se compone de cuatro complejos glandulares y se ubican en el área inguinal; debido a su gran capacidad de almacenaje, el animal debe soportar grandes cantidades de leche en la ubre, para eso se encuentra el sistema suspensorio, del cual se conforma de ligamentos; el primero divide a la glándula de forma longitudinal y es de tejido conjuntivo elástico; por el contrario, el ligamento suspensorio lateral divide a la glándula en forma transversal y no es elástico (Klein, 2014).



En base a las características de producción y de las estructuras anatómicas, la dinámica de la secreción láctea tiene variaciones durante toda la lactación; a este proceso biológico se le denomina curva de lactación (Silvestre *et al.*, 2009; Palacios *et al.*, 2016), esto es explicado mediante una ecuación matemática que pronostica el total de producción a partir de mediciones dentro de la lactación temprana (Val-Arreola *et al.*, 2004), que se adaptan a las condiciones de cada sistema de producción.

Su cálculo se considera una herramienta que permite entender y evaluar el comportamiento fisiológico de la producción de leche; además de permitir el conocimiento del potencial genético de un hato o raza de ganado lechero (Palacios *et al.*, 2016).

### **2.3.1. Curva de lactación y producciones esperadas**

Una curva típica según el modelo propuesto por Wood en el que se toma en cuenta la raza, momento al parto (época del año) y número de partos, como factores que alteran la producción y la composición de la leche específicamente el porcentaje de grasa; consta de 305 días en el cual debe quedar gestante y los 60 días de seca para permitir tener a la vaca en condiciones óptimas para iniciar su nueva lactación.

Se compone de tres fases que son (Cuatrín, 2004):

- Producción al inicio de la lactación.
- Tasa de ascenso desde el inicio de la lactancia hasta el pico máximo de producción.
- Tasa de descenso desde el pico de lactación al secado (final de producción).

### **2.3.2. Producción de leche en las diferentes etapas de la lactación**

Después del parto la lactación inicia con una baja producción; sin embargo, se ve acompañada de un aumento en el contenido de grasa y proteína, posteriormente

con el avance del periodo de lactancia la producción aumenta hasta alcanzar su pico entre la cuarta y octava semana (Silvestre *et al.*, 2009), los niveles que se alcanzan dependen de la condición corporal al parto, capacidad genética y el régimen nutricional (Mellado, 2010); cuando llega a este punto tiende a disminuir paulatinamente en lo que resta de la lactación (López *et al.*, 2015), este puede llegar a ser del 5% mensual viéndose afectada por el inicio de la gestación que regularmente sucede a los 60 días post parto.

La importancia del pico de producción radica en lograr que se alcance la mayor producción y que la persistencia sea alta ya que esto se relaciona directamente con la producción total en el periodo de lactación (Mellado, 2010). La persistencia se define como la capacidad de la vaca para mantener la producción después del pico de lactación, este se evalúa mediante el potencial genético y el rendimiento durante los 305 días del periodo de lactancia. Su evaluación es de interés económico ya que influye directamente sobre la reproducción, la salud animal y los costos de alimentación (Dekkers *et al.*, 1998).

## **2.4. Factores que afectan la producción y composición de la leche**

Existen diversos factores que repercuten sobre la producción y composición de la leche, estos se consideran puntos críticos (M´hamdi *et al.*, 2012), sin embargo, no se pueden manejar como puntos aislados ya que su interacción entre ellos provoca la alteración del rendimiento y la duración de la lactación (Schwendel *et al.*, 2014) (Cuadro 1).

### **2.4.1. Capacidad genética**

La composición de la leche varía según la raza y el individuo; sin embargo, es heredable la capacidad de producir un porcentaje de grasa similar a la de sus congéneres (Mellado, 2010; Tornadijo *et al.*, 2009).

### **2.4.2. Frecuencia de ordeño**

La frecuencia de ordeño está asociada positivamente con el incremento que hay en los litros de leche obtenidos; además de que un solo ordeño provoca la inflamación y edematización de la ubre, causando dolor y disminución del consumo voluntario (Kohler *et al.*, 2015) esto quiere decir que si se ordeña más de una vez a la vaca el porcentaje de incremento de la producción láctea aumenta y se incrementa la vida útil del animal (Cuadro 2) (Mellado, 2010; Kohler *et al.*, 2015).

**Cuadro 1.** Factores que afectan la producción y composición de la leche (Mellado, 2010).

<b>FACTORES FISIOLÓGICOS</b>	Capacidad genética
	Frecuencia de ordeño
	Edad de la vaca
	Condición corporal
<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	Temperatura y humedad
	Estación del año
	Alimentos
	Peso al primer parto
	Enfermedades

**Cuadro 2.** Incremento de la producción relacionado con el aumento en la frecuencia de ordeño (Mellado, 2010).

<b>Número de ordeñas por día</b>	<b>Porcentaje de incremento</b>	
Dos	10 a 28%	Con respecto a una ordeña al día.
Tres	10 a 25%	Con respecto a dos ordeñas al día.
Cuatro	5 a 10%	Con respecto a tres veces al día.

Esto se debe a que la glándula mamaria al estar llena produce mediante las células secretoras una proteína de bajo peso molecular (inhibidor del crecimiento derivado de la glándula mamaria) esta actúa sobre las mismas e interfiere en la síntesis de caseína, inhibiendo la producción láctea; por lo tanto, al efectuar el ordeño, esta proteína es desalojada y las glándulas secretoras reinician la producción. Además, con el aumento de la frecuencia de ordeño se estimula la proliferación de las células secretoras, el aumento del diámetro alveolar e incrementa el tamaño de las células productoras de leche (Mellado, 2010). Sin embargo, el incremento del número de ordeñas por día incrementa los costos de producción además de exponer a los animales a padecer problemas locomotores (Kohler *et al.*, 2015).

### **2.4.3. Edad de la vaca**

La producción de la vaca incrementa gradualmente debido a que las lactancias continuas permiten un aumento del tejido secretor de la glándula mamaria permitiendo que la vaca alcance su máximo desarrollo en la quinta lactación ya que, con respecto a la primera, la producción es mayor en un 30% (Mellado, 2010), sin embargo, la composición de la leche este se modifica en cuanto avanza la edad de

la vaca, se ha reportado descensos en el porcentaje de grasa no mayores al 0.2 puntos y un 7% de minerales en leche (Tornadijo *et al.*, 2009).

#### **2.4.4. Condición corporal**

El método de estimación de condición corporal fue desarrollado en Escocia en los años 70's, basándose en la palpación y visualización de la región del maslo de la cola, de la cadera, en los huesos isquiáticos y en las vértebras lumbares de los bovinos; así como la masa muscular que existe entre estos puntos de referencia (Bewley *et al.*, 2010). La condición corporal puede evaluarse utilizando diferentes escalas; sin embargo, la más empleada en los Estados Unidos va de 1 a 5 puntos donde 1 es flaca y 5 gorda (Fischer *et al.*, 2015).

La importancia de su medición radica en que se pueda estimar la cantidad de reservas grasas ya que durante la primera fase de la lactación el animal demanda una alta cantidad de nutrientes; sin embargo, su consumo voluntario es bajo, impidiendo que la vaca no ingiera los nutrientes necesarios poniéndola en un balance energético negativo (Vélez, 2013). Cuando un animal llega al parto con una condición corporal menor al 3.5, la producción es menor, así como el contenido de grasa en leche (Ferguson *et al.*, 1994). El rango de condición corporal ideal va del 3 a 3.5, ya que un puntaje que supere este se predispone a dificultades al parto y enfermedades metabólicas (Vélez, 2013).

#### **2.4.5. Periodo seco**

El periodo seco tiene una duración entre 40 y 70 días, este tiene el propósito de permitir al animal acumular reservas grasas para afrontar el balance energético al que se enfrentará después del parto (Dale *et al.*, 2016). Según estos autores, si se maneja un periodo seco corto (28 días), el animal no tiene oportunidad de acumular reservas grasas suficientes, causando una disminución de la producción que puede llegar a los 4 kg por día (Mellado, 2010); sin embargo, un periodo seco largo (90

días) no tiene ninguna ventaja en cuanto a la salud o fertilidad de la vaca (Dale *et al.*, 2016).

#### **2.4.6. Temperatura y humedad**

En la mayoría de los establos comerciales los límites de temperatura y humedad relativa son superados. Cuando la temperatura supera el rango de confort afecta el consumo de alimento, de agua, la producción y la composición de la leche; sin embargo, esto depende de la raza que se emplea. La raza Holstein tolera temperaturas bajas y por el contrario la raza Jersey temperaturas altas; por esta situación se pone más atención en las Holstein por su alta distribución y susceptibilidad a climas cálidos. Se considera que la temperatura ambiente óptima es de 10° C, sin embargo puede ir en un rango de 5 a 25 °C (Vélez, 2013), esto nos indica que el estrés calórico inicia a partir de los 26°C, además de que se puede ver potencializado por niveles altos de humedad relativa, de los cuales se considera como índice de temperatura y humedad (ITH) óptimo 70, de advertencia 70 a 72, de alerta 72 a 78 y de peligro 78 a 82 (Broucek *et al.*, 2006).

#### **2.4.7. Estación del año**

La composición láctea varía a lo largo del año, ya que se reportan cambios en verano donde los porcentajes de grasa son bajos y en otoño presenta un incremento; en el caso de la proteína los niveles más bajos se registran en la etapa final del invierno y en la media del verano, sin embargo, es importante no olvidar la influencia de las condiciones climatológicas propias de cada estación, pues en aquellas unidades donde en verano las temperaturas superan los 40°C causan estrés calórico (Vélez, 2013) y las demás se mantienen entre 5 y 25°C, sería ideal que los partos iniciaran en otoño y las vacas llegaran al final de su lactancia en verano, para que entren en el periodo seco y evitar así pérdidas por disminución en la producción (Mellado, 2010), a pesar de esto existen otros factores que influyen

directamente como lo son la alimentación, el estado de la lactación y el manejo reproductivo del establo (Tornadijo *et al.*, 2009).

#### **2.4.8. Alimentos**

Las variaciones en la alimentación logran cambios relativamente rápidos en la producción y composición de la leche. Las vacas deben ser alimentadas en base a sus requerimientos nutricionales ya que una sub alimentación puede provocar un incremento de 9 gramos por litro de grasa, pero una disminución de hasta 26% en la producción total (Tornadijo *et al.*, 2009). Las raciones deben ser modificadas en función a su peso vivo, nivel de producción y momento de la lactancia en la que se encuentren (Vélez, 2013).

La grasa es el componente que presenta mayores fluctuaciones; en comparación con la proteína y la lactosa que sus variaciones son pocas, esto depende directamente de los ingredientes que compongan a la dieta administrada.

El alto contenido de forrajes en la dieta, aumenta el contenido de proteína sin alterar los valores de grasa en leche; por otro lado, si la dieta tiene un mayor contenido de cereales, forraje muy tierno o forraje finamente molido el nivel de proteína es constante y los niveles de grasa son bajos (Mellado, 20107; Tornadijo *et al.*, 2009).

#### **2.4.9. Peso al primer parto**

El peso en el primer parto tiene un impacto directo sobre su futura producción; en las novillas donde el crecimiento es deficiente provoca una ineficiente deposición de reservas energéticas, mismas que garantizan expresar su mayor potencial productivo (Cuadro 3). Es por ello que los animales al primer parto deben llegar con un peso que va de los 545 a 570 kg (Mellado, 2010).

**Cuadro 3.** Relación entre el peso y la producción de leche en su primera lactación de las vacas Holstein (Mellado, 2010).

<b>PESO AL PRIMER PARTO (kg)</b>	<b>INCREMENTO DE LA PRODUCCION EN LA PRIMERA LACTANCIA (kg)</b>
< 410	0
411 – 430	196
431 – 477	317
478 – 500	542
501 – 522	568
523 – 545	711
546 – 568	807
569 – 590	826
591 – 613	885
614 – 636	904
637 – 659	908

#### **2.4.10. Enfermedades**

La principal enfermedad que representa grandes pérdidas económicas es la mastitis, pues deteriora la capacidad de sintetizar los componentes de la leche, debido a la destrucción del tejido epitelial y al aumento de la permeabilidad de los tejidos tisulares y vasculares, es por eso que a pesar de haber desaparecido los signos clínicos el nivel de producción láctea no se recupera. Este tipo de afección modifica drásticamente los contenidos de proteína, grasa y lactosa (M´hamdi *et al.*, 2012; Tornadijo *et al.*, 2009).

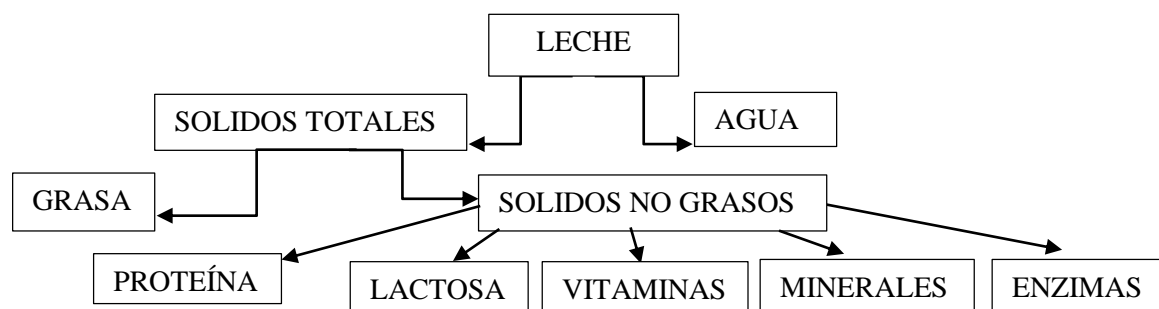
#### **2.5. Características químicas de la leche**

La leche es una mezcla de componentes que se les conoce como solidos totales (S.T.), estos a su vez se divide en dos grupos que son grasas y solidos no grasos (S. N. G.), este último se compone de proteínas, lactosa, vitaminas, minerales y



enzimas; todos ellos se encuentran disueltos o suspendidos en agua (Figura 2) (Silvestre *et al.*, 2009), y varían dependiendo de la raza del animal (Cuadro 4), el tipo de alimentación, el medio ambiente, el estado sanitario y otros factores que afecten la producción (Agudelo *et al.*, 2005; Tornadijo *et al.*, 2009).

**Figura 2.** Componentes de la leche (Agudelo *et al.*, 2005).



**Cuadro 4.** Características químicas de la leche en las razas Holstein y Jersey (Mellado, 2010).

Raza	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	SNG %	ST %	Cenizas %
Holstein	3.6 a 3.7	3.27 a 3.3	3.27	8.6	12.3	0.68 a 0.7
Jersey	5.1 a 5.2	3.8 a 3.83	4.94	9.65	14.54	0.7

S. N. G.= Solidos no grasos.

ST= Solidos totales

### 2.5.1. Agua

El agua es el medio dispersante de la leche que contiene glóbulos grasos y los demás componentes que se encuentran emulsionados o suspendidos y las proteínas se encuentran formando un coloide (caseína, globulina y albumina) y por otro lado la lactosa y los minerales se encuentran disueltos homogéneamente (Agudelo *et al.*, 2005).

### **2.5.2. Grasa**

La grasa es la fuente más importante de energía que proporciona la leche; en ella se encuentra una serie de lípidos que son los monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos y esteroides; todos ellos son de alta complejidad y el que se encuentra en mayor cantidad son los triglicéridos (Klein, 2014). Este compuesto constituye cerca del 3% de la leche y las partículas están suspendidas en pequeños glóbulos que se rodean de una capa de fosfolípidos para evitar la aglutinación. La gran mayoría de la grasa es sintetizada en las células secretoras de la glándula mamaria a partir del acetato y el butirato que son producidos en el rumen, es por ello que la concentración de grasa se ve influenciado por la dieta (Agudelo *et al.*, 2005).

### **2.5.3. Proteína**

En la leche hay dos tipos de proteínas que representan entre el 3 a 3.5% de la materia seca (Meza, 2010). Entre ellas se encuentran las caseínas y las globulinas, estas son sintetizadas a partir de aminoácidos que son obtenidos de la sangre (Agudelo *et al.*, 2005) y se metabolizan en los ribosomas que se encuentran adheridos al retículo endoplásmico de la célula (Klein, 2014). La caseína solo se encuentra en la leche y existen tres tipos;  $\alpha$ ,  $\beta$  y *Kapa caseína*. La albumina se desnaturaliza con facilidad a su exposición al calor y las globulinas son de gran peso molecular, se preforman a nivel de sangre, estas presentan más fluctuaciones durante toda la lactación debido a que aumentan su presencia en el calostro llegando a ser de 9 a 16% (Gómez, 2005).

### **2.5.4. Lactosa**

Es el principal carbohidrato en la leche. Se compone de glucosa y galactosa; del cual la glucosa sanguínea es el principal precursor de la lactosa, junto con el propionato; que es un ácido graso volátil. La lactosa se forma a partir de la lactosa sintetasa, una enzima compuesta de  $\alpha$ -lactoalbúmina y galactosiltransferasa. Su

síntesis se mantiene en suspenso justo antes del parto, ya que es inhibido por la presencia de la progesterona (Klein, 2014). La forma en que se sintetiza la lactosa es la siguiente: en el rumen la glucosa para formar ácidos grasos volátiles (acético, propionico y butirico), estos pasan al hígado para ser metabolizados, formando así ácido propionico, este entra al ciclo de Krebs para formar nuevamente glucosa que será transportada mediante la circulación a la ubre donde será asimilada por las células secretoras. La glucosa será utilizada como fuente de energía para conformar galactosa y finalmente la lactosa que servirá como precursor de la formación de glicerol, que es necesario para la síntesis de grasa. De esta forma la lactosa controla la cantidad de leche producida, ya mediante la presión osmótica atrae agua desde la sangre para mezclarla con otros componentes que se encuentran en la cavidad alveolar (Agudelo *et al.*, 2005).

#### **2.5.5. Vitaminas**

La leche tiene un contenido diverso de vitaminas del cual su concentración es muy variada. Entre algunas que se pueden encontrar son la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina y ácido fólico (Agudelo *et al.*, 2005).

#### **2.5.6. Minerales**

Los minerales también son conocidos como cenizas y en la leche se encuentran en cantidad mayoritaria el sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros y yoduros; por otro lado, aquellos que se encuentran en cantidades mínimas son el aluminio, el molibdeno y la plata. Su distribución es diversificada, ya que en los glóbulos grasos se encuentran el calcio, cobre, hierro, magnesio, fósforo y zinc, de estos minerales la gran mayoría del calcio se une a la caseína (Agudelo *et al.*, 2005).

### **2.5.7. Enzimas**

Las enzimas de la leche carecen de valor desde el punto de vista alimenticio, sobre todo para los organismos ya desarrollados. Las enzimas lácteas tienen dos orígenes: las corporales y las enzimáticas. Las primeras llegan directamente a la leche y provienen de la sangre, las segundas se originan en la leche como producto de la acción de los gérmenes (Cuadro 5) (Agudelo *et al.*, 2005).

**Cuadro 5.** Algunas enzimas naturales de la leche y sus principales funciones (Fox, 2003).

<b>Enzima</b>	<b>Función</b>
<b>Lactoperoxidasa</b>	Tiene un efecto bacteriostático en la mayoría de las bacterias e incluso un efecto bactericida en algunas por ejemplo E. coli.
<b>Fosfatasa alcalina</b>	Posee un grado a la resistencia al calor ligeramente superior al que tienen las bacterias patógenas. Esto permite el control de la pasteurización.
<b>Plasmina</b>	Actúa como anticoagulante.
<b>Lipasa</b>	Permite la degradación de quilomicrones y partículas de lipoproteínas de muy baja densidad, liberando sus ácidos grasos y otros lípidos para su entrada en las células de los tejidos.

---

### **III. JUSTIFICACIÓN**

En la alimentación del ganado lechero en sistemas de producción a gran escala se aplican diversas estrategias para disminuir costos, una de las alternativas aplicadas es formular raciones totalmente mezcladas, con el objetivo de proporcionar los nutrientes necesarios para mantener a la población microbiana del rumen estable y que su funcionamiento sea eficiente, logrando la máxima producción (Miller-Cushon *et al.*, 2016).

Estos sistemas al poseer la maquinaria necesaria llevan a cabo este tipo de prácticas; sin embargo, no se tiene información sobre el uso y manejo de las raciones totalmente mezcladas y su impacto en la producción y composición en vacas Holstein y Jersey de primer parto en los establos lecheros en ciertas regiones de México. Es por ello que este estudio aporta elementos para la caracterización del uso de una TMR en la alimentación de altas productoras en sistemas de producción a gran escala.

#### **IV. HIPÓTESIS**

La producción y composición nutrimental de la leche de vacas de las razas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con la misma dieta ración totalmente mezclada (T. M. R.), evaluada durante los meses de junio, julio y agosto (primeros 90 días de lactación) es similar.

## **V. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el cambio de peso vivo, así como la producción y composición química de la leche en vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una dieta ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante la primera fase de lactación en la época de verano en una unidad de producción de ganado lechero en la zona de la laguna, municipio de Gómez Palacio, Estado de Durango, México.

### **Objetivos específicos.**

- 1) Determinar la composición química nutricional de una ración totalmente mezclada (T. M. R.) mediante el uso de espectroscopia de infrarrojo.
- 2) Comparar el consumo de alimento en vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.)
- 3) Determinar el cambio de peso vivo (CPV) en vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.)
- 4) Comparar la producción de leche en vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.), empleando el software de registro Afifarm.
- 5) Determinar la composición química de la leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.), empleando un analizador de leche Lactoscan.

## **VI. MATERIAL**

### **6.1. Material biológico**

Se utilizaron 20 animales de la raza Holstein y 20 de la raza Jersey de primera lactación, sin alteraciones de producción y/o funcionales, las cuales pertenecen a un hato lechero, ubicado en el municipio de Gómez Palacio al noreste del Estado de Durango.

Las 40 vacas se ordeñaron tres veces al día durante los 90 días del periodo experimental, las cuales fueron alimentadas con un T. M. R. entre 3 a 5 veces por día, en el cuadro 6 se indica los ingredientes y los porcentajes utilizados.

**Cuadro 6.** Ingredientes de la T. M. R. empleada para la alimentación en la fase experimental.

<b>Ingrediente</b>	<b>% en base húmeda</b>
Ensilado de alfalfa	5.02
Alfalfa 2° calidad	2.88
Alfalfa 1° calidad	9.94
Paja de avena	0.38
Malta	18.17
Semilla de algodón	6.75
Energivac 84%	0.31
Grano seco de destilería	1.26
Pasta de soya	5.54
Núcleo mineral	2.31
Jefo dairy fat 85%	0.16
Maíz rolado	2.09
Ensilado de avena	3.44
Ensilado de maíz	41.76



Para realizar la dinámica de alimentación se introdujeron a las 20 vacas de cada grupo en corrales individuales y se les administro la ración total, para posteriormente calcular el consumo individual diario.

## **6.2. Material de campo**

- Material de oficina
- Lápiz marcador para ganado
- Cinta métrica
- Viales estériles
- Bolsas de plástico
- Microondas

## **6.3. Material de laboratorio**

Las muestras de leche fueron procesadas en el laboratorio de aseguramiento de calidad de la empresa y las muestras de alimento fueron analizadas diariamente en el establo utilizando un analizador portátil para forrajes y granos (NIR).

## **VII. MÉTODO**

### **7.1. Consumo de alimento**

Para realizar el cálculo del consumo de alimento por animal se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}$$

### **7.2. Composición química de los ingredientes y de la ración totalmente mezclada**

Las muestras de los ingredientes se recolectaron del área de almacenamiento y las de la ración totalmente mezclada (T. M. R.) se recabaron inmediatamente del servido en el pesebre.

#### **7.2.1. Analizador de forrajes por espectroscopia**

Para el análisis de la T. M. R., se utilizó el analizador de forrajes por espectroscopia con el infrarrojo cercano (NIR´s) el cual expuso a las muestras con ondas de energía con una longitud que va de los 1.100 y 2.500 nm, para así determinar la energía difusa reflejada, esto se debe a que los enlaces –CH, –OH, –NH y –SH absorben energía de longitudes de onda específicas, este espectro se registró mediante un ordenador que previamente fue calibrado con datos de una serie de muestras propios de la unidad de producción y con los datos conocidos que se obtuvieron por los métodos tradicionales (McDonald *et al.*, 2006).

### **7.3. Producción lechera**

Los animales de ambos grupos fueron ordeñados tres veces al día en el siguiente horario:

- Primero ordeño: 8:00
- Segundo ordeño: 16:00
- Tercer ordeño: 24:00

Los datos que se obtuvieron fueron registrados automáticamente en el sistema Afifarm, el cual se encargó de registrar la cantidad de leche ordeñada, el turno y la hora en que se realizó la ordeña.

#### **7.4. Determinación de la composición físico química de la leche**

Para determinar la composición físico química de la leche se tomaron muestras individuales en el turno matutino, la forma en que se obtuvo la muestra fue la siguiente: se pre sello el pezón de la vaca con yodo al 5% y se despunto, posteriormente se colecto un pool de los cuatro pezones en viales estériles de 74 ml, al final del muestreo estas fueron refrigeradas y procesadas en el laboratorio en las siguientes 24 horas a su recolección.

El contenido de grasa, proteína, lactosa, solidos no grasos y urea fue determinado por medio de ultrasonido utilizando un medidor Lacti-check, modelo FT1 marca FOSS.

#### **7.5. Estimación del cambio de peso**

Para hacer este cálculo se ocupó una cinta métrica para medir el contorno torácico y con ello estimar el peso vivo de animal.

## **VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La información de las variables de las vacas, cambio de peso vivo (CPV), producción y composición química de la leche se analizó mediante ANOVA con apoyo del programa estadístico SAS (2000), para un diseño completamente al azar, considerando el efecto de raza de las vacas para cada mes y durante los tres meses de producción, con los correspondientes ajustes en la producción y composición de la leche por raza.

El modelo estadístico fue:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta

$\mu$  = es la media general

$G_i$  = es el efecto debido al genotipo (Holstein y Jersey)

$E_{ij}$  = es el error residual.

La comparación de medias en las variables con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) se realizó por el método de Tukey.

## **IX. LÍMITE DE ESPACIO**

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Gómez Palacio, ubicado en la parte noreste del estado de Durango. Colinda con los municipios de Tlahualilo al norte, con Lerdo al sur, al oriente con el estado de Coahuila y al poniente con los municipios de Mapimí y Lerdo. Geográficamente la cabecera municipal está ubicada en el paralelo 25° 33´ 00´´ latitud norte y los 103° 40´ 30´´ de longitud oeste a una altura de 1150 msnm. La región tiene un clima seco, del cual la temperatura media anual llega a ser de 20°C, donde las temperaturas más bajas son registradas entre noviembre y febrero, estas llegan a ser de 0° C y las temperaturas más altas en la época de verano alcanzan los 42°C. La época de lluvia se registra entre los meses de julio, agosto y septiembre donde la precipitación anual es de 200 milímetros (EMM, 2010)

La unidad de producción donde se llevó a cabo el estudio se ubica en el km 10 de la carretera la Popular a la Esmeralda en Gómez Palacio, con las coordenadas latitud norte 25° 39´20.4´´ y longitud oeste 103° 27´57´´.

## **X. LÍMITE DE TIEMPO**

El trabajo de campo se ejecutó en un periodo de 90 días, abarcando los meses de julio, agosto y septiembre de 2016; y el trabajo de gabinete se realizó durante los meses de octubre, noviembre, diciembre de 2016 y enero, febrero, marzo y abril de 2017.

## **XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **11.1. Composición química de la dieta T.M.R. suministrada**

En el Cuadro 7 se muestra la composición química de la ración totalmente mezclada (T. M. R.) suministrada a las vacas Holstein y Jersey de primer parto; en el mismo se observa que en el contenido de materia seca (MS) cambia en cada uno de los meses de duración del estudio, encontrándose una disminución de 3.01 % en el segundo mes con respecto al primero y en el tercer mes continua el descenso, con un 0.84 %, con respecto al segundo mes. El contenido de energía metabolizable se calculó en base a la concentración de energía que presenta cada ingrediente (NRC, 2001), por lo cual se encuentra igual en los tres meses de estudio. En el contenido de proteína cruda se observa que hay un incremento de 0.22 % en el último mes con respecto al primero, por el contrario, el contenido de almidón se incrementó 2.87 % en el tercer mes con respecto al primero. En el contenido de la fibra detergente ácido (FAD) hay una disminución de 0.47 % en el tercer mes comparado con la FAD del primer mes; para el caso de la fibra detergente neutro (FDN) hubo un incremento de 0.26% con respecto al primer mes; sin embargo, en el tercer mes hubo una disminución de 0.59% con respecto al segundo mes. Respecto al contenido de cenizas, en los tres meses, fue muy similar; y para el extracto etéreo (EE) hay un aumento de 0.54% en el tercer mes comparada con el primer mes; estas variaciones dependen directamente del manejo del establo lechero, ya que los lotes de los insumos adquiridos cambiaban cada mes.

Las raciones totalmente mezcladas fueron desarrolladas para disminuir el consumo voluntario selectivo que realizan las vacas al comer; sin embargo, según Miller-Cushon *et al.* (2009) mencionan que las vacas tienen preferencia por las partículas pequeñas de concentrado sobre las partes de forraje largo, incrementando los contenidos de fibra en el alimento rechazado, además mencionan que hay una diferencia en el consumo y la composición de la leche si la TMR es húmeda o seca,

estos autores reportaron un contenido de MS que va de 47.9 a 57.6 %, la PC 17.4 %, la FAD 19.1 % y la FND 29.6 %; Sova y colaboradores (2014) indican el uso de una TMR comercial con un contenido de MS de 47.7 %, PC 16.5 %, FAD 20.5 % y FND 31.3 %; en la dieta usada en el presente trabajo los contenidos de MS, PC, FDA y FND fueron superiores a los reportado. La diferencia observada en el contenido nutricional de las TMR en los diferentes estudios se debe a que se utilizaron ingredientes similares, pero con diferente nivel de inclusión en las dietas ofrecidas.

**Cuadro 7.** Composición nutricional de la T. M. R. (% BS) suministrada a las vacas Holstein y Jersey de primer parto durante los tres primeros meses de lactancia.

Mes	MS, % <sup>1</sup>	EM <sup>2</sup> (Mcal/kg)	PC, % <sup>3</sup>	Almidón, %	FAD, % <sup>4</sup>	FDN, % <sup>5</sup>	Cenizas, %	EE, % <sup>6</sup>
1	50.76	2.59	17.839	19.942	21.275	32.864	7.882	5.142
2	47.75	2.59	17.682	21.75	20.96	33.125	7.789	5.582
3	46.91	2.59	18.064	22.814	20.803	32.532	7.835	5.682

<sup>1</sup>Materia Seca

<sup>2</sup>EM= Energía metabolizable

<sup>3</sup>PC Proteína cruda

<sup>4</sup>FDA= Fibra Detergente Ácido

<sup>5</sup>FDN= Fibra Detergente Neutro

<sup>6</sup>EE= Extracto etéreo

En el Cuadro 8 se presenta el consumo de materia seca (CMS, kg) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una dieta (T. M. R.) en el que se observa que las vacas Holstein consumieron 530 g MS/día más ( $P<0.05$ ) alimento en el mes 2, comparado con las vacas Jersey en el mismo mes. Con respecto al consumo de MS de las vacas Jersey se observa que en los meses 1 y 3, y en el promedio total, estas vacas consumieron 2.04, 1.03 y 2.62 kg MS/día más ( $P<0.05$ ).



La relación del consumo de materia seca y la producción de leche, son factores que indican la eficiencia alimenticia del ganado lechero; sin embargo, siempre tienen variación de acuerdo al lugar, clima, raza, tipo de alimentación, entre otros factores (Li, 2016); Miller-Cushon y colaboradores (2009) reportaron un consumo promedio de MS en vaquillas y vacas multíparas de 31.2 kg/día durante toda la lactación, en un clima frío donde la temperatura promedio fue de 17.9°C±2.5; por otra parte, Li *et al.* (2016) reportan un consumo de MS promedio de la raza Jersey, en la primera etapa de la lactación, de 14.3 kg/día y para vacas Holstein de 17.54 kg MS/día en un clima frío; sin embargo Chen *et al.* (2016) mencionan que el promedio de consumo de MS/día en un clima cálido (33°C) fue de 27.9 kg MS/día. En el presente trabajo se reporta un consumo menor al reportado en otros estudios, sin embargo, coinciden con el trabajo de Li *et al.* (2016), no obstante, las diferencias observadas en el consumo de MS/día pueden atribuirse a que las vacas fueron evaluadas en un periodo donde la temperatura ambiental promedio fue de 27°C; ya que la temperatura confort varía según la raza. En el caso de las vacas Holstein por ser originarias de un clima frío su temperatura confort es de 0 a 20°C por otro lado, las vacas Jersey toleran los climas cálidos; por lo tanto, su temperatura confort va de 10 a 27 °C (Berman, 2011). Esto puede explicar el menor CMS de las vacas Holstein al verse sometidas a mayor estrés por calor.

**Cuadro 8.** Consumo de materia seca (CMS, kg) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.

MES	Raza		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	11.25 <sup>b</sup>	13.29 <sup>a</sup>	0.128	0.0001
2	11.71 <sup>a</sup>	11.18 <sup>b</sup>	0.115	0.0001
3	10.15 <sup>b</sup>	11.18 <sup>a</sup>	0.132	0.0001
<b>Promedio</b>	11.04 <sup>b</sup>	11.88 <sup>a</sup>	0.130	0.0001

<sup>1</sup>Error Estándar de la media.

En el Cuadro 9 se presenta el cambio de peso vivo (CPV, kg) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) en el que se observa que las vacas Holstein, durante los tres meses de lactación, mostraron un mayor ( $P<0.05$ ) cambio de peso en comparación con las Jersey. Además, se observó que el CPV en las vacas Holstein aumentó 3.6 kg en el tercer mes con respecto al peso inicial; mientras que el CPV de las vacas Jersey fue de 0.890 kg, siendo el PV promedio durante los tres meses de 507.118 y 393.52 kg en las vacas Holstein y Jersey, respectivamente.

El CPV indica la recuperación o la persistencia del animal en el balance energético negativo; sin embargo, hay una gran diferencia entre las vacas multíparas y primerizas, ya que estas últimas tienden a utilizar nutrientes para el crecimiento óseo, desarrollo orgánico y recuperación de la condición corporal; se ha reportado que en el periodo primaveral las vacas de la raza Holstein dentro de los 33 días post parto (PP) el peso vivo (PV) disminuye aproximadamente 9 kg y para el día 70 PP el PV incrementa 24.1 kg con respecto al peso inicial PP; sin embargo, en la época seca el incremento es de tan solo 6.9 kg (Lemus *et al.*, 2008). En el presente trabajo se considera que los resultados coinciden con lo reportado por Carvalho *et al.* (2014), donde el CPV dentro de las tres semanas postparto fue de  $1.63\pm 0.70$  kg en vacas primíparas, además de que las vacas utilizadas estuvieron en condiciones climáticas similares a las de este experimento, con respecto a las vacas Jersey, Heins *et al.* (2008) mencionan que el CPV fue menor en 10.9 kg en el primer mes; sin embargo, observaron que en la octava semana de lactación las vacas superaron por 4.2 kg el peso PP, esto fue similar a lo observado en las vacas Jersey del presente experimento.

**Cuadro 9.** Cambio de peso vivo (CPV, kg) en vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.

Mes	Raza		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	506.29 <sup>a</sup>	394.99 <sup>b</sup>	10.132	0.0001
2	505.38 <sup>a</sup>	389.70 <sup>b</sup>	8.302	0.0001
3	509.89 <sup>a</sup>	395.88 <sup>b</sup>	8.642	0.0001
<b>Promedio</b>	507.12 <sup>a</sup>	393.52 <sup>b</sup>	8.641	0.0001

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media.

### 11.2. Producción y composición de la leche

En el Cuadro 10 se presenta la producción de leche (L) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) en la que se observa que las vacas Holstein durante los tres primeros meses mostraron una mayor ( $P<0.05$ ) producción de leche en comparación con las vacas Jersey en donde la producción aumento 1.365 L en el tercer mes con respecto a la producción inicial, siendo la producción promedio durante los tres meses de 24.341 L.

Además, se observó que la producción de leche en las vacas Holstein aumento 2.442 L en el segundo mes con respecto al primero, posteriormente la producción del tercer mes disminuyo 1.537L con respecto al segundo mes de producción y su producción promedio de los tres meses fue de 30.418 L.

**Cuadro 10.** Producción de leche (L) de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.

Mes	Raza		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	29.302 <sup>a</sup>	23.215 <sup>b</sup>	0.816	0.0001
2	31.744 <sup>a</sup>	25.293 <sup>b</sup>	0.838	0.0001
3	30.207 <sup>a</sup>	24.515 <sup>b</sup>	0.889	0.0001
<b>Promedio</b>	30.418 <sup>a</sup>	24.341 <sup>b</sup>	0.779	0.0001

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media.

En los diferentes sistemas de producción de leche las vacas primerizas producen menos leche pues no tienen una alta capacidad de consumo de alimento como las vacas multíparas; además el desarrollo de la glándula mamaria aún no ha terminado, teniendo una capacidad de producción menor (Lemus *et al.*, 2008), Capper *et al.* (2012) reportaron que las vacas primerizas Holstein en el primer tercio de la lactación alcanzan a producir 30.6 L y las vaquillas Jersey 20.4 L, estos datos están por debajo de lo que se reporta en el presente trabajo. Las diferencias se pueden atribuir a que Capper y colaboradores (2012) utilizaron bases de datos de producciones comerciales; por lo tanto, se desconocen las condiciones ambientales a las que se expusieron los animales.

Kristense *et al.* (2015) reportaron que durante toda la lactación el promedio de producción fue de 35.1 L/día y 27.4 L/día para razas Holstein y Jersey, respectivamente, explicando así que las vacas del presente estudio fueron evaluadas donde el pico de lactación aún no se alcanzaba. Otros factores que se deben tomar en cuenta es que las vacas del presente trabajo parieron en condiciones que les causaron estrés calórico, causando que la cantidad de litros producidos por día sea menor en comparación con aquellas vacas que parieron en

invierno, esto coincide con lo que menciona Barash et al. (2001), pues el promedio de producción reportado para el mes de Julio fue de 35.6 L/día y para el mes de diciembre fue de 37.7 L/día; además de que solo se consideró el primer tercio de lactación.

En el Cuadro 11 se muestra el contenido de grasa (g/100 g) y proteína (g/100 g) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.). En el contenido de grasa se observa que durante el primer mes experimental las vacas Jersey tuvieron un mayor ( $P<0.05$ ) contenido de grasa en comparación con las vacas Holstein. El resto del periodo experimental ambos grupos no tuvieron diferencias significativas ( $P<0.05$ ). En el contenido de la proteína se observó que las vacas Jersey durante los tres meses tuvieron un mayor ( $P<0.05$ ) contenido en comparación con las vacas Holstein.

Los niveles de grasa y proteína en leche dependen directamente de la genética y la raza, las vacas Holstein presentan porcentajes de grasa de 3.8 y 3.1 de proteína, hecho que no es igual en las vacas Jersey ya que el contenido de grasa es de 4.8 y para la proteína es de 3.7 % (Capper et al., 2012).

Los niveles de grasa en leche dependen directamente de la alimentación pues si el animal se encuentra en pastoreo este es mayor (Holstein, 3.79 %; Jersey, 5.09 %), y si se proporciona un concentrado tiende a ser menor (Holstein, 3.43 %; Jersey, 4.8 %) (Schwendel et al., 2014; Palladino et al., 2010). El contenido de grasa que se presenta en este experimento es menor a lo reportado por otros autores, esto se puede deber a que los animales empleados eran vaquillas, por lo tanto fisiológicamente la glándula mamaria aún no tiene la capacidad de sintetizar la misma cantidad de sólidos totales que una vaca multípara (Tornadijo et al., 2009), también se puede deber al muestreo, ya que por el manejo del establo se realizaba

al inicio de la ordeña, provocando que solo se extrajera parte de la grasa pues estos por densidad tienden a flotar (Mellado, 2010).

**Cuadro 11.** Contenido de grasa (g/100 g) y proteína (g/100 g) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.

Mes	Grasa (g/100 g)		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	2.0628 <sup>b</sup>	3.5904 <sup>a</sup>	0.242	0.0008
2	2.2340	3.5638	0.497	0.096
3	2.2340	3.6039	0.583	0.174
<b>Promedio</b>	2.2105	3.4295	0.429	0.088

Mes	Proteína (g/100 g)		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	3.019 <sup>b</sup>	3.304 <sup>a</sup>	0.333	< 0.0001
2	2.943 <sup>b</sup>	3.437 <sup>a</sup>	0.04	< 0.0001
3	3.095 <sup>b</sup>	3.601 <sup>a</sup>	0.04	< 0.0001
<b>Promedio</b>	3.019 <sup>b</sup>	3.447 <sup>a</sup>	0.032	< 0.0001

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media.

El contenido de proteína depende de cambios ambientales como la temperatura (Barash *et al.*, 2001) y la etapa de la lactación (Schwendel *et al.*, 2014; 2012). Los niveles de proteína reportados en este trabajo son menores a lo que menciona Capper *et al.* (2012). Se debe tomar en cuenta que las cifras engloban el promedio de toda la lactación, y para este estudio solo se evaluó el inicio de la lactación (Barash *et al.*, 2001).

En el Cuadro 12 se presenta el contenido de lactosa (g/100 g) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada. En el contenido de lactosa se aprecia que durante todo el periodo experimental no hubo cambios significativos ( $P>0.05$ ) en el contenido de lactosa en leche

**Cuadro 12.** Contenido de lactosa (g/100 g) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros meses de lactación.

Mes	Raza		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	5.055	4.987	0.035	0.191
2	5.099	5.06	0.035	0.436
3	5.085	5.037	0.036	0.362
<b>Promedio</b>	5.079	5.028	0.031	0.259

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media.

Luan *et al.* (2016) reportaron que los porcentajes de lactosa en leche son para la raza Holstein de 4.39% y de 4.41% para la Jersey, estos valores son inferiores a lo que se presenta en este trabajo; sin embargo, se debe tomar en cuenta que al inicio de la lactación las concentraciones son mayores y a medida que aumenta la producción, los niveles de lactosa disminuyen (Taverna, 2004), hecho que se aprecia en el presente trabajo.

En el Cuadro 13 se observa el contenido de urea (mg/dL) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.), en donde se observa que durante todo el periodo experimental no hubo diferencias ( $P>0.05$ ) en el contenido de urea en leche entre ambas razas.

La urea en leche es el resultado del metabolismo de las proteínas en rumen, pues aquellas que no se utilizaron como energía de mantenimiento y producción, se descomponen en amoníaco, este pasa a hígado y es convertido en urea para después difundirse en los tejidos y fluidos del cuerpo de la vaca, apareciendo así en leche (González *et al.*, 2000).

**Cuadro 13.** Contenido de urea (mg/dL) en leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto alimentadas con una ración totalmente mezclada (T. M. R.) durante los tres primeros días de lactación.

Mes	Raza		EEM <sup>1</sup>	Valor de P
	Holstein	Jersey		
1	13.006	11.87	0.407	0.056
2	12.913	12.446	0.373	0.382
3	14.545	13.849	0.36	0.180
<b>Promedio</b>	13.487	12.722	0.347	0.127

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media.

Nousiainen *et al.* (2004) mencionan que los contenidos de urea en leche de vacas en sistemas de pastoreo tienen un rango de 11.7 mg/dL a 16 mg/dL, este último dato es la cantidad límite que indica un contenido de proteína en exceso dentro de la dieta, provocando que el animal gaste energía en exceso y disminuya la producción de leche, así como una inmunosupresión (González *et al.*, 2000) hecho que vuelve a la vaca susceptible a enfermedades como mastitis (Bobbo *et al.*, 2016). En el presente trabajo se observa que el promedio de urea en leche es de 13.487 mg/dL para las vacas Holstein y 12.722 mg/dL en las vacas Jersey, indicando que ambos grupos están dentro del rango reportado; sin embargo, se debe considerar



que por el sistema de producción, la dieta no es igual y los niveles de proteína incluidos en la dieta son diferentes.

## **XII. CONCLUSIONES**

El consumo de alimento en kg de MS de las vacas Jersey primerizas fue más alto, sin embargo; estas tuvieron mayor pérdida de peso vivo en comparación con el grupo de vacas Holstein.

En cuanto a la composición química de la leche, las vacas Jersey de primer parto secretaron leche con mayor contenido de grasa y proteína cruda.

Por otra parte, las vacas Holstein tuvieron un mayor contenido de urea en leche, lo que puede indicar una mayor ineficiencia de aprovechamiento de los compuestos nitrogenados de la dieta.

### **XIII. LITERATURA CITADA**

- Agraria. (2016): Características físicas del ganado Holstein. <http://www.agraria.org/razzebovinelatte.htm> (31 de Julio de 2016).
- Agudelo D, Bedoya O. (2005): Composición nutricional de la leche de Ganado vacuno. *Revista Lassallista de Investigación*, 2:38-42.
- Ávila S, Gutiérrez A. (2009): Producción de leche con ganado bovino. 2° ed., Manual Moderno, México
- Barash H, Silanikove N, Shamay A, Ezrat E (2001): Interrelationships among ambient temperature, day length and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. *Journal Dairy Science*, 84:2314-2320.
- Berman A (2011): Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates?. *Journal Dairy Science*, 94:2147-2158
- Bewley J, Schutz M. (2008): Review of body condition scoring for dairy cattle. *J. Elsevier*, 24:507-529
- Bobbo T, Ruegg P, Stocco G, Fiore E, Ganesella M, Morgante M, Pasotto D, Bittante G, Cecchinato A (2016): Associations between pathogen-specific cases of subclinical mastitis and milk yield, quality, protein composition, and cheese-making traits in dairy cows. *Journal Dairy Science*, 100:1-16.
- Breeds of Livestock (2016): Jersey Cattle. <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/cattle> (31 de Julio de 2016).
- Broucek S, Mihina S, Ryba S, Tongel P, Kisac P, Uhrincat A, Hanus A. (2006): Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows. *Journal Animal Science*, 3:93-101
- Capper J, Cady R (2012) Acomparision of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *Journal Dairy Science*, 95:165-176.
- Carvalho P, Souza A, Amundson M, Hackbart K, Fuezalida M, Herlihy M, Ayres H, Dresch A, Vieira L, Guenther J, Grummer R, Fricke P, Shaver R, Wiltbank M (2014) Relationships between fertility and postpartum changes in body

- condition and body weight in lactation dairy cows. *Journal Dairy Science*, 97:3666-3683.
- Chen J, Schutz K, Tucker C (2016): Cooling cows efficiently with water spray: Behavior, physiological, and production responses to sprinklers at the feed bunk. *Journal Dairy Science*, 99:4607-4618
- CONARGEN (2010): Historia y características del ganado Jersey en México. <http://conargen.mx/> (31 de Julio de 2016)
- Cuatrín A. (2004): Curva de Producción y Composición de Leche Bovina. *Instituto de Tecnología Agropecuaria*, 9:75-79
- Dale A, Purcell P, Wylie A, Gordón A, Ferris C. (2016): Effects of dry length and concentrate protein content in late lactation on body condition score change and subsequent lactation performance of thin high genetic merit dairy cows. *Journal Dairy Science*, 100(3):1-17
- Dekkers J, Ten Hag J, Weersink A. (1998) Economics aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livestock Production Science*. 53: 237-252
- Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México (2010). Disponible en <http://inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/index.html> (14 de septiembre de 2016)
- Espinoza A, Álvarez A, Del Valle M, Chauvete M. (2005): La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. 43 (1):39-56
- FAO (2016): Market summaries, [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Mik/Documents/Food\\_outlook\\_oilseeds/Food\\_Outlook\\_June\\_2016\\_milk.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Mik/Documents/Food_outlook_oilseeds/Food_Outlook_June_2016_milk.pdf) (28 de Julio de 2016)
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. (1994) Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal Dairy Science*. 77:2695-2703.
- FIRA (2015): La red de valor. <http://fira.gob.mx/Files/inf/Thumbnail.jsp#> (4 de agosto de 2016)

- Fischer A, Luginbuhl T, Delattre L, Delouard J, Faverdin A. (2015) Rear shape in 3 dimensions summarized by principal component analysis is a good predictor of body condition score in Holstein dairy cows. *Journal Dairy Science*, 98: 4465-4476
- Fox P. (2003): Significance of indigenous enzymes in milk and dairy products, en: *Handbook of food enzymology*. 1, 1° ed. Editado por Whitaker JR, Voragen AJ, Wong DW, Macel Dekker, USA.
- González A, Vázquez O (2000): El análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. Centro de Investigaciones agrarias Mabegondo, Instituto Lacteo Ganadero Gallego, 2-14.
- Heins B, Hansen L, Seykora A, Johnson D, Linn J, Romano J, Hazel A (2008) Crossbreds of Jersey x Holstein compared with pure Holstein for production, fertility and body and udder measurements during first lactation. *Journal Dairy Science*, 91:1270-1278.
- Klein B. (2014): Cunningham. *Fisiología Veterinaria*. 5° ed., Elsevier, España.
- Kohler P, Alsaad M, Dolf G, O'Brien R, Beer G, Steiner A, (2015) A single prolonged milking interval of 24 h compromises the well-being and health of dairy Holstein cows. *Journal Dairy Science*, 99(11):9080-9093
- Kristensen T, Jensen C, Ostergaard S, Weisbjerg M, Aaes O, Nielsen N (2015) Feeding, production and efficiency of Holstein-Friesian, Jersey and mixed-breed lactating dairy cows in commercial Danish herds. *Journal Dairy Science*, 98:263-274.
- LACTODATA (2016): Boletín informativo mes de Mayo. <http://lactodata.info/boletin/produccion-de-leche-de-vaca/> (28 de Julio de 2016)
- Li B, Fikse W, Lassen J, Lidauer M, Levendahl P, Mantysaari P, Berglund B (2016) Genetic parameters for dry matter intake in primiparous Holstein, Nordic Red and Jersey cows in the first half of lactation. *Journal Dairy Science*, 99:1-8

- López S, France J, Odongo N, McBride R, Kebread E, Alzahal O, McBride W, Dijkstras J. (2015): On the analysis of Canadian Holstein dairy cow lactation curves using standard growth functions. *Journal Dairy Science*, 98:1-12.
- Luan S, Cowles K, Murphy M, Cardoso F (2016) Effect of a grain challenge on ruminal, urine, and fecal pH, apparent total tract starch digestibility, and milk composition of Holstein and Jersey cows. *Journal Dairy Science*, 99:2190-2200.
- M'hamdi N, Bouallegue M, Frouja S, Ressaissi Y, Kaur S, Hamouda B. (2012): Effects of environmental factors in milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows, en: *Milk production, An up-to-date overview of animal nutrition, management and health*, 1° edic., Edit. Intech, Túnez.
- McDonald P, Edwards R, Greenhalgh J, Morgan C. (2006): *Nutrición animal*, 6° edic., Edit. Acribia, Edimburgo.
- Mellado M. (2010): *Producción de leche en zonas templadas y tropicales*, 1° ed., Editorial Trillas, México
- Meza M, González A, Becerril C, Ruíz F, Díaz P, Vallejo B. (2010): Genetic polymorphism of  $\beta$ -lactoglobulin in cow's milk of Holstein and tropical milking criollo. *Agrociencia*. 44(5):531-539.
- Miller-Cushon E, DeVries T. (2016): Feed sorting in dairy cattle: Causes, consequences, and management. *Journal Dairy Science* [en prensa].
- National Research Council (2001): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*; 70 ed., National Academy Press, USA
- Nousiainen J, Shingfield K, Huhtanen P (2004) Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal Dairy Science*, 87:386-398.
- Palacios A, González – Peña D, Guerra D, Espinoza J, Ortega R, Guillen A, Avila N. (2016) Curvas de lactancia individuales en vacas Siboney de Cuba. *Revista mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7:15-28
- Palladino R, Buckley F, Prendiville R, Murphy J, Callan J, Kenny D (2010): A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1

- hybrid on milk fatty acid composition under grazing conditions. *Journal Dairy Science*, 93:2176-2184.
- Pomeón T, Boucher F, Cervantes F, Fournier S. (2006) "Las dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras mexicanas: Tlaxco, Tlaxcala y Tizayuca, Hidalgo". *Agroalimentaria*. Enero – Junio:49-64.
- 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%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/20/sitlech99.pdf>
- Schwendel B, Wester T, Morel P, Tavendale M, Deadman C, Shadbolt N. (2014): *Invited Review: Organic and conventionally produced milk- An evaluation of factors influencing milk composition*. *Journal Dairy Science*, 98(2):721-745
- Secretaria de Economía (2012): Análisis del Sector Lácteo en México [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/análisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/análisis_sector_lacteo.pdf) (28 de Julio de 2016)
- SIAP (2016): Panorama de la lechería en México. [http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/Brochure\\_leche\\_Marzo2016.pdf](http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/Brochure_leche_Marzo2016.pdf) (28 de Julio de 2016)
- Silvestre A, Martins A, Santos V, Ginja M, Colaco J. (2009): Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows. *Livestock Science*, 122:308–313.
- Taverna M, (2004): Composición química de la leche producida en la Argentina. Instituto de Tecnología Agropecuaria, 112-117.
- Tornadijo M, Marra A, García M, Prieto B, Carballo J. (2009): La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso. *Revista ciencia y tecnología alimentaria*, 2:79-91
- Val-Arreola D, Kebread E, Dijkstra J, France J. (2004): Study of the Lactation Curve in Dairy Cattle on Farms in Central Mexico. *Journal Dairy Science*, 87:3789-3799

Vélez E. (2013): Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1-11.