

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**INFLUENCIA DE VARIABLES ZOOTECNICAS Y MEDIO AMBIENTALES
SOBRE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE EN VACAS HOLSTEIN.**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS**

PRESENTA;

FELÍCITAS MIREYA DURÁN ROLDÁN

DIRECTOR DE TESIS:

DR. MARTÍN FRANCISCO MONTAÑO GÓMEZ

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

SEPTIEMBRE DE 2019

Influencia de variables zootécnicas y medio ambientales sobre producción y composición de leche en vacas Holstein. Tesis presentada por Felicitas Mireya Durán Roldán como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el siguiente comité:

Dr. Martín Francisco Montaña Gómez

Director

M.C. Miguel Ángel Vega Cázares

Asesor

Dr. Martín Luis Arango Pérez

Asesor

Dr. Juan Octavio Chirino Romero

Asesor

M.C. Ramón Manuel Valenzuela Padilla

Asesor

Mexicali, Baja California, México

Septiembre de 2019

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRÁFICAS.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	11
OBJETIVO GENERAL.....	13
Objetivos específicos.....	13
HIPÓTESIS.....	14
REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
Producción de leche a nivel mundial.....	15
Producción, consumo e inventarios mundiales de leche.....	16
Producción de leche a nivel nacional	17
Producción estatal de leche.....	18
Vaca Holstein.....	19
Composición de la leche.....	19
Proteína.....	20
Variación de la proteína láctea.....	22
Lactosa.....	22
Grasa Láctea.....	22
Minerales.....	23
Vitaminas.....	23
Nivel de producción de leche.....	24
Factores que afectan la producción y composición de la leche.....	25

Alimentación.....	26
Duración de la lactancia.....	27
Número de lactancia.....	29
Manejo Zootécnico.....	31
Factores medioambientales.....	31
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
Unidades experimentales.....	36
Diseño del experimento y análisis estadístico.....	37
Toma de muestras.....	38
Análisis de las muestras.....	38
Variables a evaluar.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
CONCLUSIÓN.....	42
LITERATURA CITADA.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.-Ciclo de producción mundial de leche.....	15
Figura 2.- Representación esquemática de las zonas térmicas en relación con el confort ambiental de las vacas Holstein.....	34
Figura 3.- Nivel de estrés calórico de vacas lecheras en respuesta a temperatura medioambiental, HR y su ITH correspondiente.....	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Estados productores de leche por región.....	18
Cuadro 2.- Composición media de la leche de los animales de granja(g/Kg)..	20
Cuadro 3.- Distribución de las diferentes fracciones proteicas de la leche descremada.....	21
Cuadro 4.- Concentración de los mayores ácidos grasos en forraje fresco, leche y músculo.....	23
Cuadro 5.- Porcentaje de grasa, proteína y lactosa en la leche de diferentes razas.....	23
Cuadro 6.- Estandarización de la lactancia promedio por raza para 1,861,284 vacas con registros usados en la evaluación genética y reproducción en los EU en 1996.....	26
Cuadro 7.- Calendario de pesado de leche y toma de muestras.....	37
Cuadro 8.- Resultados Grupo 1.....	48
Cuadro 9.- Resultados Grupo 2.....	49
Cuadro 10.- Resultados Grupo 3.....	50
Cuadro 11.- Resultados Grupo 4.....	51

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1.- Producción de leche 2002-2010.....	16
--	----

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias que han brindado las condiciones necesarias para llevar a cabo este y otros proyectos en pro de la investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por brindarme el apoyo económico necesario para lograr este avance profesional.

Mi más infinito agradecimiento al Dr. Martín Francisco Montaña Gómez que siempre se mostró paciente, con una actitud proactiva a las peticiones e inquietudes que a lo largo de estos dos años se fueron presentando.

A la Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez por todo el apoyo durante estos dos años.

A todos los profesionista, profesores, amigos y en especial a todos aquellos que de forma desinteresada llegaron a aportar cualquier idea y ayudaron a disipar mis dudas, por su paciencia y compromiso, que otorgan la base fundamental de mi desarrollo como persona y profesionista, por los sabios consejos llenos de experiencia, enseñanza y sabiduría, que gracias a ello sabré afrontar de mejor manera los problemas y obstáculos que a diario me enfrentaré. Gracias por enseñarme el sentido de la ética y el profesionalismo ante cualquier circunstancia.

A mis padres, a mis hijos y a mis hermanos por todo el apoyo que me brindaron durante estos dos años, y que sin el apoyo de todos ellos no estuviera aquí y todo el gran esfuerzo que ello conlleva. Muchas gracias por guiarme por el camino correcto, sus enseñanzas y consejos siempre los voy a tener presentes y nunca los olvidaré.

DEDICATORIA

A mis padres, Juan Gabriel y Teresa que durante estos dos años me apoyaron en todos los aspectos de todo corazón les agradezco, y que sin su apoyo no hubiera llegado a hasta aquí.

A mis hijos Juan Diego y Jesús Gerardo que amo con todo el corazón y que son una de las razones por las que decidí seguir adelante, fue difícil dejarlos pero todo sacrificio tiene su recompensa y así fue.

A mi hermano Jesús Rodrigo que me impulsó a seguir adelante y a no darme por vencida y que donde este gracias.

A mis hermanos Vicente, Azucena, Teresa, Víctor y Manuel y a toda mi familia que estuvo presente durante este camino recorrido y que ha culminado con un logro más. Gracias a su apoyo incondicional hasta ahora ante las decisiones que he tomado no sólo profesionalmente.

A mis amigos Martha, Fernando, Andrés y Adriana que estuvieron en los momentos críticos, alegres y siguen estando de manera constante en cada situación del día a día y a los que han estado aun en la distancia, gracias por el cariño y confianza.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las variables zootécnicas y medioambientales en vacas Holstein. Se utilizaron 43 vacas Holstein multíparas (más de 2 partos) en diferentes días de lactación. Las unidades experimentales se encontraban estabuladas en corrales según su producción con comederos y bebederos compartidos estos últimos con acceso *ad libitum*. Las vacas fueron alimentadas con una dieta a base de heno de alfalfa y concentrado comercial. Los animales se alimentaron dos veces al día a las 07:00 y 14:00 hrs. El experimento tuvo una duración de 5 meses, cada 15 días se pesaba la leche y se tomaban muestras de la misma. Se evaluó el grado de asociación entre temperatura, humedad relativa, días en leche y número de lactancia sobre producción y composición (proteína cruda, grasa, sólidos no grasos y lactosa). El pesado y la toma de muestras de la leche se realizaron los días viernes durante las ordeñas de las 04.00 y 16:00 hrs. Se realizaron los análisis correspondientes para grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos. Los análisis se llevaron a cabo en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC. Bajo las condiciones en las que se realizó el presente experimento no se observaron grados de asociación significativos ($P > 0.05$) entre las variables evaluadas.

Palabras clave: Medioambiente, Producción, Holstein, Leche, Composición.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of zootechnical and environmental variables on Holstein cows. Forty three Holstein multipara cows (more than 2 births) were used on different days of lactation. The experimental units were stocked in pens according to their production with shared feeders and drinkers with *ad libitum* access. The cows were fed a diet based on alfalfa hay and commercial concentrate. The animals were fed twice a day at 07:00 and 14:00 hrs. The experiment lasted for 5 months, every 15 days the milk was weighed and samples were taken. The degree of association between temperature, relative humidity, milk days and lactation number on production and composition (Crude protein, fat, SNG and lactose) was assessed. Heavy and milk sampling took place on Fridays during milkings from 04:00 and 16:00 hrs. The corresponding tests were performed for fat, protein, lactose and non-fatty solids. The analyses were carried out at the Institute of Veterinary Science Research UABC. Under the conditions under which this experiment was conducted, no significant degrees of association ($P > 0.05$) were observed between the evaluated variables.

Key words: Environment, Production, Holstein, Milk, Composition.

INTRODUCCIÓN

En la última década el crecimiento del consumo mundial de lácteos dependió en gran medida del aumento de población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, en tanto que el crecimiento del consumo por habitante explicó el restante 30% (SE, 2010). A nivel nacional la producción de leche ha sido heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. Incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. Los principales estados productores son Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua (SAGARPA, 2011).

El manejo zootécnico durante la ordeña y en general durante la lactancia tiene un importante efecto tanto en los volúmenes como en las concentraciones de sólidos totales. La calidad y cantidad de alimento que se ofrecerá estará en función a la edad, peso corporal, estado de lactación, nivel de producción, crecimiento, preñez, actividad física y clima. La energía y la proteína son los factores limitantes para la obtención de altos rendimientos en leche.

En el estado de Baja California la zona costa participa con el 46% del total de leche para industrializar, cuyo valor asciende a más 200 millones de pesos. Cuenta con un clima característico comúnmente conocido como “mediterráneo”, presentando inviernos fríos y lluviosos y veranos con altas temperaturas, lo cual permite la producción de leche (SEFOA). En el municipio de Mexicali los productores de leche participan con un 20% de la producción estatal con 34.8 millones de litros registrados en 2017. El clima es de tipo desértico, donde el mes más frío es enero, con una temperatura mínima promedio de 1.66 °C y 13 °C de temperatura media siendo julio el mes más cálido con una temperatura máxima, mínima y promedio de 45, 20 y 33 °C respectivamente. La temperatura media anual es de 22 °C (INEGI, 2010).

Acorde con Kadzere et al. (2002), la temperatura y humedad medioambiental pueden afectar el potencial genético de los animales y

comprometen su bienestar (Tapki y Şahin, 2006). Esta condición puede conducir a una situación de estrés calórico, que es el estado fisiopatológico en el que el animal es incapaz de disipar el calor generado por su metabolismo lo que aumenta su temperatura corporal. Esto sucede cuando la sensación térmica se ve elevada, lo que ejerce una influencia estacional en la producción y composición de leche. En verano en regiones cálidas determina un descenso acentuado en ambos parámetros, ejerciendo al mismo tiempo un efecto negativo sobre la ingestión de alimento de los animales y por lo tanto reduciendo el consumo de materia seca (MS) total. A lo anterior habrá que sumar las alteraciones fisiológicas que afectan el funcionamiento del rumen.

JUSTIFICACIÓN

El aumento rápido en la población, así como la creciente urbanización son algunos de los factores que están impulsando un enorme incremento de la demanda de alimentos de origen animal (leche, carne, huevos) en los países en desarrollo. Mundialmente la producción pecuaria está creciendo más de prisa que cualquier otro sector, y se prevé que para 2020 el sector ganadero será el sector agropecuario más importante en lo que respecta al valor agregado.

En México la producción de leche de bovino es heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres. Factores que afectan la producción y composición de la leche de vacas Holstein son la disponibilidad y calidad nutrimental de los alimentos, el manejo zootécnico, la salud y el clima. Según señalan Murray y Maga (1999), una de las principales causas de variación de producción y composición de leche son las variaciones en el aporte nutrimental de las dietas ofrecidas. Al mismo tiempo, otros autores (Latriile, 1999; McDonald et al., 1999; Velázquez, 2000) mencionan que factores tales como la dieta y sanidad de la ubre, poseen un efecto altamente significativo.

La temperatura y la humedad relativa alta, son condiciones que afectan la expresión del potencial genético de los animales (Kadzere et al., 2002), y conducen a una situación de estrés calórico. El estrés calórico, impacta directamente sobre la producción de leche (Bohmanova et al., 2007), afectando los mecanismos de termorregulación animal (evaporación, conducción, convección y radiación) (Collier et al., 2006), lo que a su vez altera el consumo de alimento (West, 2003), las concentraciones hormonales (Jordan, 2003) y el metabolismo en general (Kadzere et al., 2002).

Entre las condiciones ambientales que se relacionan con la productividad láctea, se citan la temperatura ambiental (Settivari et al., 2007), la humedad

relativa (Bohmanova et al., 2007), la radiación solar (Tucker et al., 2007), la velocidad del viento (Nassuna-Musoke et al., 2007), el efecto de la duración del día (Barash et al., 2001) y la precipitación diaria (Garcia-Ispierto et al., 2007).

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de variables zootécnicas y medio ambientales sobre producción y composición de la leche de vacas Holstein.

Objetivos específicos:

Evaluar el efecto sobre producción de leche.

Evaluar el efecto sobre composición de leche

HIPÓTESIS

Las variables zootécnicas y medioambientales influyen sobre la producción y composición de leche en vacas Holstein.

REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de leche a nivel mundial

En la última década el crecimiento del consumo mundial de lácteos dependió en gran medida del aumento de población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, en tanto que el crecimiento del consumo por habitante explicó el restante 30% (SE, 2010).

Actualmente la mayor parte del consumo de lácteos está concentrado en los países industrializados, como consecuencia de su mayor poder adquisitivo y de su mayor consumo per cápita, el mayor ritmo de crecimiento de la población en los países en desarrollo ha contribuido a que la participación de estos últimos se haya incrementado en las últimas décadas (SE, 2010).

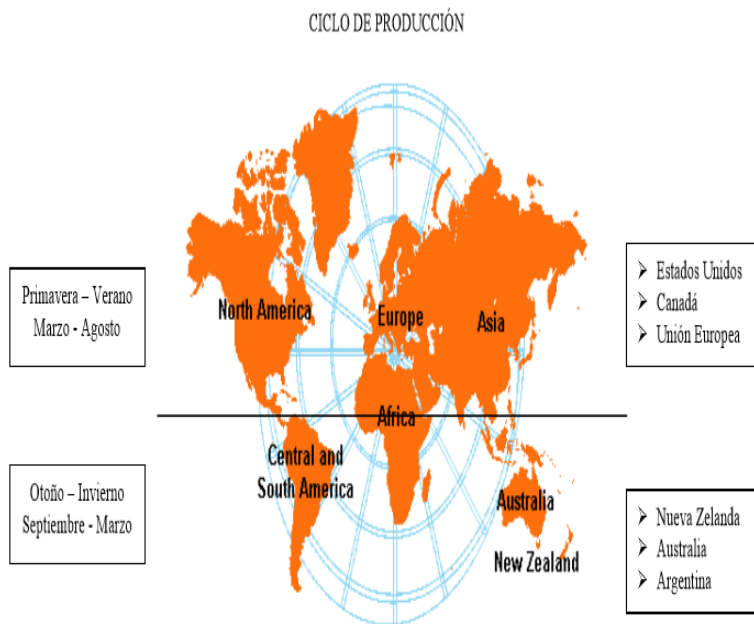
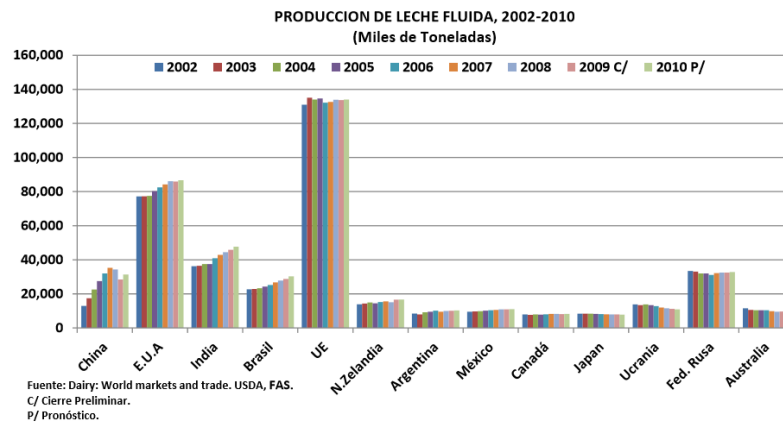


Figura 1. Ciclo de producción mundial de leche.

Producción, consumo e inventarios mundiales de leche

Un gran número de países en el mundo considera la producción y abasto de leche como una prioridad nacional, razón por la cual establecen políticas de alto proteccionismo para el sector lácteo. Países desarrollados como Estados Unidos y los de la Unión Europea, producen un gran volumen de leche, por lo cual sus excedentes terminan vendiéndolos en el mercado internacional con grandes subsidios, distorsionando fuertemente los precios del producto en los mercados mundiales (SE, 2010).

Grafica 1. Producción de leche 2002-2010



Durante los últimos años, los países que conforman la Unión Europea han sido la región productora de leche de bovino por excelencia a nivel mundial, durante el 2010 tuvo una producción de 134 millones de toneladas, seguida de los Estados Unidos con una producción de 86 millones de toneladas y, en tercer lugar, la India con 48 millones.

El aumento rápido en la población, la creciente urbanización son algunos de los factores que están impulsando un enorme incremento de la demanda de alimentos de origen animal (leche, carne, huevos) en los países en desarrollo. Mundialmente la producción pecuaria está creciendo más de prisa que

cualquier otro sector, y se prevé que para 2020 el sector ganadero será el sector agropecuario más importante en lo que respecta al valor agregado.

Aplicaciones de tecnologías basadas en el ADN en la nutrición y el crecimiento de los animales. Se están desarrollando aplicaciones para mejorar el rendimiento de los animales mediante una mejora de la nutrición. Las enzimas pueden mejorar la disponibilidad de nutrientes de los piensos, rebajar el costo de éstos y reducir los vertidos de desechos en el medio ambiente. Los prebióticos y probióticos o los suplementos inmunitarios pueden inhibir microorganismos intestinales patógenos o aumentar la resistencia a éstos de los animales. La administración de somatotropina recombinante da lugar a un crecimiento acelerado y unas canales con menos grasa en los animales para carne y un aumento de la producción de leche en las vacas lecheras. Se puede recurrir a la inmunomodulación para promover la actividad de las hormonas anabólicas endógenas.

Producción a nivel nacional

En México la producción de leche de bovino es heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. Sin embargo, la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos en México, y depende de la disponibilidad de la leche nacional su crecimiento. Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), durante el período 2003-2011 la producción nacional de leche de bovino ha tenido una tasa media de crecimiento de 1.3%.

Respecto a las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua SAGARPA, (2011) tiene establecida una tipología que considera la distribución de explotaciones lecheras en los estados. Estos factores no han sido una

condición determinante para que los estados de Coahuila, Durango y Chihuahua ocupen los primeros lugares en la producción nacional de leche.

Cuadro 1. Estados productores de leche por región.

REGIONALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE BOVINO	
Región	Estados
Árida y semiárida	Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.
Templada	Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Distrito Federal.
Tropical	Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán

Fuente: "Programa de producción de leche y de sustitución de las importaciones". SAGARPA-Dirección General de Ganadería, marzo de 1997.

Producción estatal de leche

La Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA), informa que el municipio de Tecate destaca como productor del 46% de leche para industrializar que se genera en Baja California, cuyo valor asciende a poco más de mil 200 millones de pesos. El porcentaje mencionado, representa una producción de 89.4 millones de litros en 2015, colocando a Tecate por arriba de Tijuana que aporta el 33% y que equivale a 63.1 millones de litros del mencionado alimento; en estos dos municipios se concentran las principales cuencas lecheras que son Valle de las Palmas y El Florido, mientras que en Playas de Rosarito se encuentra El Descanso.

A diferencia del resto de Baja California, el municipio de Tecate cuenta con un clima característico conocido comúnmente como "mediterráneo", es decir, presenta inviernos fríos y lluviosos, así como veranos con altas temperaturas, lo cual permite la producción de leche. Por su parte, los productores de leche ubicados en Mexicali participan con el 20% de la producción estatal con 38.5 millones de litros registrados el año pasado.

El consumo de leche significa una fuente importante de calcio, de ahí la importancia de su ingesta desde el nacimiento, además de incluir en la dieta los derivados del mencionado alimento.

Vacas Holstein

Es una de las mejores productoras de leche, es dócil y son reconocidas por sus marcas distintivas de color. Tiene una excelente producción, mayor retorno económico sobre el costo de alimentación, mérito genético sin igual, mucha flexibilidad a una gama amplia de condiciones ambientales.

Entre los factores ambientales de mayor efecto en el comportamiento de la raza Holstein se mencionan la disponibilidad y calidad de los alimentos, el manejo, trastornos fisiológicos, patologías y el clima. Las variaciones estacionales que se manifiestan año con año y el número de lactancia representan factores importantes a considerar en el análisis del comportamiento de los hatos productores de leche.

La producción se mide en una lactación normalizada a 305 días, pudiendo ser variable según la alimentación y el manejo. A la 4 a 6 semana después del parto, la producción llega a su pico y a partir de ahí habrá una disminución de 10% cada mes. Estas producciones requieren un manejo muy especializado, una alta selección genética y una alimentación muy cuidadosa. En cada país se ha procurado adaptar la raza a las condiciones locales.

Composición de la leche.

Existe una gran diversidad de factores que determinan la concentración de cada uno de los componentes de los sólidos totales de la leche. La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores. Aun así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración en la composición

de la leche. La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria.

La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo. Desde un punto de vista cualitativo, la leche de todas las especies tiene una semejante composición, aunque las proporciones de las diferentes fracciones varían entre especies (McDonald et al., 1999). En la vaca la composición normal de la leche es: grasa 37g/kg, sólidos no grasos 90g/kg, proteína bruta (PB) 34g/kg, lactosa 48g/kg, calcio 1,2g/kg, fosforo .9g/kg y magnesio .12g/kg. Los más importantes componentes son la grasa, proteína bruta y lactosa (excluyendo el agua). Según señalan Murray y Maga (1999), en promedio la leche contiene un 86% de agua, 5% de lactosa, 4,1% de grasa, 3,6% de proteína, 0,7% de minerales y un pH de 6,6-6,7, existiendo variaciones por la raza de la vaca, etapa de lactación y tipo de alimento, siendo la grasa al más variable entre los componentes.

Cuadro 2. Composición media de la leche de los animales de granja (g/kg).

	Grasa	Sólidos no grasos	Proteína Bruta	Lactosa	Calcio	Fósforo	Magnesio
Vaca	37	90	34	48	1,2	0,9	0,12
Cabra	45	87	33	41	1,3	1,1	0,20
Oveja	74	119	55	48	1,6	1,3	0,17
Cerda	85	120	58	48	2,5	1,7	0,20

Fuente: Mcdonald et al. (1999).

Proteínas. Del total de nitrógeno de la leche, aproximadamente el 95 % se encuentra en forma de proteína, el resto está en forma de urea, creatina, glucosamina y amoníaco que pasan de la sangre a la leche (Mcdonald et al.,

1999). Dentro de las proteínas se encuentran las caseínas, las cuales constituyen el 80 % de la proteína láctea (Hurley, 1997; Latrille, 1999).

A las caseínas le sigue en abundancia la β -lactoglobulina y el resto de las se componen de pequeñas cantidades α -lactoalbúminas, seroalbúminas e inmunoglobulinas, entre otras (Hurley, 1997; McDonald et al., 1999).

Los aminoácidos sanguíneos son los principales precursores de la proteína de la leche, aunque pequeños péptidos pueden también hacer una contribución, produciéndose la síntesis láctea en las células alveolares de la glándula mamaria (Alderman, 1998). Además tiene lugar una notable interconversión entre aminoácidos antes de que tenga lugar la síntesis, siendo importantes algunos aminoácidos como fuente de otros (McDonald et al., 1999).

Cuadro 3. Distribución de las diferentes fracciones proteicas dentro de la proteína de leche descremada.

Proteína	Porcentaje aproximado de la proteína de leche descremada	Peso Molecular
α -Caseína	45-55	23,000
κ -Caseína	8-15	19.000
β -Caseína	25-35	24.000
γ -Caseína	3-7	--
α -Lactalbúmina	2-5	14.437
β - Lactalbúmina	7-12	18.000
Seroalbúmina	0,7-1,3	68.000
Lactoferrina	0,2-0,8	87,000
Immunoglobulinas:		
IgG1	1-2	160.000
IgG2	0,2-0,5	160.000
IgM	0,1-0,2	~ 1.000.000
IgA	0,05-0,10	~ 400.000
Fracción peptona de la proteasa	2-6	4.100

Fuente: Hurley (2002).

Variación de la proteína láctea.

La concentración de proteína en la leche es de gran importancia en la industria láctea, ésta tiene importantes efectos en la calidad de la coagulación para la fabricación de queso y yogurt, siendo mejor con una mayor concentración de caseína, además está su efecto en rendimiento de la leche en queso, obteniéndose más queso por litro de leche a medida que aumenta la concentración de proteína (White, 2001;Phillips, 2001;Klei et al., 1997;Tornadijo et al., 1998).

Lactosa. La lactosa o "azúcar de la leche" es un disacárido compuesto por una molécula de β -D-Glucosa y β -D-Galactosa mediante un enlace β -(1, 4), teniendo un grupo reductor activo. No es tan soluble como la sacarosa y es menos dulce. Esta se produce en la glándula mamaria casi totalmente a partir de glucosa, aunque una pequeña cantidad se obtiene de acetato y glicerol (McDonald et al., 1999). La cantidad de lactosa sintetizada está estrechamente relacionada con la cantidad de leche producida diariamente, esto debido a que la glándula mamaria agrega agua a la leche para mantener relativamente constante la concentración de ésta (Wattiaux y Armentano, 2004).

Grasa láctea. La grasa de la leche principalmente una mezcla de triacilgliceroles que contienen una gran variedad de ácidos grasos saturados e insaturados. Dentro de los ácidos grasos saturados predomina el palmítico y entre los insaturados están constituidos principalmente por ácido oleico, con pequeñas cantidades de linoleico y linolénico. Además se caracterizan por la existencia de ácidos grasos de cadena corta, media y larga (McDonald et al., 1999). Todos los ácidos grasos de cadena corta y parte de los de cadena media (hasta C16) son sintetizados *de novo* en la ubre a partir de acetato y 3-hidroxiacetato, los restantes ácidos grasos, es decir, el resto de cadena corta y la totalidad de cadena larga, son absorbidos por la ubre a partir de

lipoproteínas, triglicéridos y ácidos grasos libres de baja densidad (Alderman, 1998). Aproximadamente la mitad de los ácidos grasos de la leche provienen de cada uno de esos orígenes (McDonald et al., 1999).

Cuadro 4. Concentración de los mayores ácidos grasos en lípidos de forraje fresco, leche y músculo.

Ácido Graso	N° de carbonos en la cadena: N° de dobles enlaces.	Forraje fresco	Leche	Músculo
Mirístico	14:00	10	120	30
Palmítico	16:00	110	310	260
Esteárico	18:00	20	110	140
Oleico	18:01	50	240	470
Linoleico	18:02	120	30	30
Linolenico	18:03	620	10	10

Fuente: Phillips (2001)

Minerales. Estos pueden clasificarse en dos grupos. El primero incluye los elementos minerales mayoritarios (Ca, P, Mg y Cl) y el otro grupo corresponde a los elementos traza, que incluyen otros 25 elementos tales como Al, Sn, B, As, Si, F, Br y I, todos los cuales se absorben de la sangre (McDonald et al., 1999).

Vitaminas. Las vitaminas son absorbidas directamente de la sangre. Tiene gran riqueza de vitamina A, pero las cantidades de vitamina C, D, E y K son muy bajas. Además incluye numerosas vitaminas del complejo B como tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, biotina, folacina, colina, vitamina B12 e inositol (McDonald et al., 1999).

Cuadro 5. Porcentaje de grasa, proteína y lactosa en la leche de diferentes razas.

Raza	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Referencia
Holstein	3.5	3.0	4.6	Jennes (1985)
Holstein	3.3	3.7	4.5	Sharaby (1988)

Holstein	3.9	2.8	4.9	Nagel y Broderick (1992)
Holstein	3.6	3.0	4.9	Rodríguez et al. (1997a)
Holstein	3.8	2.9	5.1	Rodríguez et al. (1997b)
Jersey	4.9	3.6	4.7	Jenness (1985)
Jersey	4.3	4.5	4.2	Sharaby (1988)
Jersey	5.0	3.7	5.0	Rodríguez et al. (1997a)
Jersey	4.3	4.5	4.2	Rodríguez et al. (1997b)
Lecheras*	3.2	3.2	3.8	Mondragón et al. (1983)
Guernsey	4.6	3.5	4.8	Jenness (1985)
Ayrshire	4.0	3.3	4.6	Jenness (1985)
Brown Swiss	3.8	3,2	4.8	Jenness (1985)

* = Pardo Suizo, Holstein y sus cruzas.

Fuente: Velazquez (2000).

Nivel de producción de leche

El rendimiento de leche determinará la mayor o menor demanda de nutrientes por parte de la vaca. Así por ejemplo una vaca recién parida o que se encuentra en el pico de producción de leche (inicio de la lactancia) necesitará mayores requerimientos de nutrientes (Ej. Energía y proteína) en la ración comparada a una vaca de baja producción que se encuentra al final de la curva de lactación (Almeyda, 2018). De manera general la lactancia productiva de una vaca especializada para producción de leche como la Holstein tiene tres diferentes etapas: primer tercio, segundo tercio y tercer tercio.

El primer tercio (desde el parto hasta los 90 días después del parto) es la etapa más exigente en alimentación, donde el productor debe hacer el mayor esfuerzo con el objeto de satisfacer los requerimientos nutricionales principalmente de energía. Durante este periodo el consumo de materia seca de la ración alimenticia no logra satisfacer los requerimientos nutricionales por lo que la vaca tiene que movilizar sus reservas corporales para cubrir el déficit energético y a pesar de ello la vaca siempre está en balance energético negativo. Evitar que la vaca baje a niveles menores a 2 grados de condición

corporal el cual puede afectar la reproducción. En este periodo se espera que una vaca de raza grande como la Holstein consuma niveles de 3,6 a 4,0 % de materia seca respecto a su peso corporal para lograr promedios de producción esperados de 35 a 40 kg de leche por vaca /día (Almeyda, 2018).

El segundo tercio comprendido entre los 91 días post parto hasta los 210 días de la campaña se espera que la vaca consuma una ración alimenticia que le permita satisfacer los requerimientos nutricionales e incluso pueda recuperar su estado corporal afectado durante el primer tercio. En este periodo se espera que la vaca consuma niveles de 3,0 a 3,3 % de materia seca respecto a su peso corporal para lograr una producción esperada de 25 a 28 kg de leche por vaca/día en promedio (Almeyda, 2018).

Finalmente en el último tercio comprendida entre los 211 días de la campaña hasta la fecha de seca, la vaca debe restablecerse totalmente e incluso ganar reservas corporales para que cuando llegue a la seca esté en una condición corporal de 3.25 a 3.75. Tener presente que una vaca seca debe estar preñada. Para este periodo se espera que la vaca consuma niveles de 2,5 % de materia seca respecto a su peso corporal y que logre una producción esperada de 15 a 18 kg de leche por vaca/día en promedio. De acuerdo a los datos indicados se estima que las vacas pueden producir entre 7 500 a 8 500 kg de leche por campaña de 305 días, bajo sistemas de crianza intensiva (Almeyda, 2018).

Factores que afectan la producción y composición de la leche.

Los factores que más influyen sobre la producción y composición de la leche son de origen genético o alimenticio, siendo el más importante el primero de ellos, existiendo además otras fuentes de variación como son la edad, sanidad de la ubre, etapa de lactación y clima (Latriille, 1999; McDonald et al., 1999; Velázquez, 2000).

En el Cuadro 5 se observa el efecto de la genética en la composición de la leche. Se puede observar que no solo existe una gran variación entre razas, sino que además varía bastante entre individuos dentro de una misma raza. Según señala McDonald (1999), la raza Jersey produce la leche de mejor calidad, en tanto que la alta producción de la raza Holstein sería la causante de la peor calidad. En este sentido Goddard y Wiggans (1996) señalan que la raza Holstein es la dominante a nivel mundial esto principalmente por su alta productividad.

Cuadro 6. Estandarización de la lactancia promedio por raza para 1,861,284 vacas con registros usados en evaluación genética y reproducción en los Estados Unidos en 1996.

Raza	Porcentaje de vacas	Producción de leche (kg/lactancia)	Grasa (%)	Proteína (%)
Ayrshire	0,5	7102	3,9	3,3
Brown	0,9	8088	4,0	3,5
Swiss	0,7	6431	4,5	3,5
Guernsey	92,4	9962	3,6	3,1
Holstein	5,5	6848	4,6	3,8
Jersey				

Fuente: Goddard y Wiggans (1996).

Alimentación

La calidad y cantidad del alimento, debe estar en función de la edad, el peso corporal, estado de lactación, nivel de producción, crecimiento preñez actividad física y el clima. El ganado lechero requiere energía, proteína, minerales, vitaminas y agua, para conservarse sano, crecer, reproducirse y producir leche. La energía y la proteína son los factores limitantes para la obtención de altos rendimientos en leche. Los alimentos se clasifican en forrajes y concentrados (para energía, proteína, minerales y vitaminas). Un bovino consume una cantidad de materia seca de aproximadamente del 2 al 3% de su peso vivo, según su producción lechera. Normalmente se dan 2/3 partes de esta en forma de forraje.

Agua.- Las necesidades de agua dependen de la edad, de su producción, del clima y del consumo de materia seca.

Otra fuente de variación en la leche (y en general en los sólidos totales) es la etapa de la lactancia en que se encuentra la vaca. Su concentración declina gradualmente las primeras 12 semanas de lactación, posterior a ello vuelve a aumentar esta llegar aproximadamente a los niveles con que se inició la lactancia (Phillips, 2001).

Klei et al. (1997), estudiaron el efecto del número de ordeñas (2 o 3 veces al día) en la calidad composicional de la leche en vacas Holstein separadas según etapa de lactación en temprana, media y tardía (1 a 99, 100 a 199 y 200 a 299 días en leche respectivamente). En términos de porcentaje de PC y caseína, los autores concluyeron que hubo una baja significativa de ambas variables en la leche de 3 ordeñas al día. El porcentaje medio de caseína fue de 2,28 y 2,37% para 3 y 2 ordeñas al día respectivamente. Esto basándose en la fórmula de Van Slyke para estimar rendimiento de queso, y asumiendo una leche con 3,6% de grasa, la leche de 2 ordeñas tiene un rendimiento de 9,714 kg/100 kg de leche y la leche de 3 ordeñas 9,570 kg/100 kg de leche (Emmons et al., 1993 citados por Klei et al., 1997).

Duración de la lactancia

A través de su periodo de lactancia, las vacas presentan niveles variables de producción de leche. Con los datos individuales de producción diarios o semanales, se puede realizar una gráfica o curva, que muestra esta variación en el comportamiento productivo de cada animal o de un hato en general.

Ésta curva, tiene características que son particulares de cada animal, dependiendo del sistema productivo en que se encuentre, sin embargo, normalmente ésta muestra una pendiente creciente hasta un nivel de máxima producción o pico de lactancia, y luego una pendiente decreciente también

conocida como persistencia. En hembras rumiantes la curva de producción de leche ha sido objeto de gran cantidad de investigación, y con evidente razón, debido a la importancia biológica y económica del proceso de la lactancia (Vargas y Ulloa, 2008).

En cada hato lechero se podría generar una curva de lactancia por cada vaca, la cual es distinta para cada uno de los animales, y además difiere según factores como el periodo de lactancia o la época de parto. Por lo tanto, es posible generar tantas curvas como lactancias existan en cada finca, las cuales en su conjunto, no son prácticas para considerarlas como un criterio de manejo de los animales. De ahí se desprende la importancia de conocer niveles estándar de producción de leche por grupo de animales, con características similares como misma etapa de lactancia, época de parto, nivel productivo, o número de lactancia, que maximice los rendimientos, como la nutrición, la alimentación, entre otros (Wilmink, 1987). Además, esto permitiría realizar proyecciones de producción de leche, y podrían servir como criterio de manejo productivo y de descarte de animales que no cumplen con ciertos niveles de producción (DeNoronha et al., 2010).

Durante el primer tercio de la lactancia las demandas nutricionales de la vaca lechera son mayores que la capacidad de cubrir dichas demandas y ocurre un balance energético negativo (Fredeen, 1996). Autores han encontrado que el curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en la leche mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual o en aumento (Knight y Wilde, 1987; Akers, 1990 y Pérochon et al, 1996).

Una curva típica de producción de leche tiene una duración aproximada de 305 días. En el sistema de producción lechero lo óptimo es que una vaca se preñe y tenga un ternero por año, lo que da a lugar a 305 días de lactancia seguida de un período típico de 60 días de seca (sin producción), lo que permitiría tenerla nuevamente en condiciones de iniciar una nueva lactancia (Cuatrín, 2005).

Así mismo Cuatrín en 2005 vio que dentro de los factores que modifican la producción y la composición de leche, específicamente materia grasa (MG) que se pudieron evaluar se encuentra: el momento del parto, teniendo en cuenta la época del año donde se produce el inicio de la lactancia, como así también el número de parto.

La duración de la lactancia es una variable del manejo de ganado bovino que influye en la producción y calidad de la leche. Extender la lactancia en un período mayor al tradicional de 305 días evita que las vacas conciban en el pico de lactancia, cuando se encuentran en balance negativo de energía. De esta manera, puede aumentarse la cantidad de sólidos en la leche y, por lo tanto, disminuir el tiempo de coagulación y aumentar el rendimiento en la elaboración de quesos, según estudios hechos en Australia y Nueva Zelanda (Auld et al., 2009).

Numero de lactancia

En sistemas estabulados las diferencias en producción entre vacas de primer parto y las multíparas se debe a una mayor repartición de nutrientes hacia la producción de leche y menor hacia la ganancia de peso (Pollott, 2000), pero también la vaca primeriza tiene 80% de la capacidad de consumo de una vaca multípara (Jarrige et al., 1986).

Al respecto, en estudios realizados con vacas Holstein–Friesian en México considerando varios niveles tecnológicos, se ha calculado una mayor

producción de leche por lactancia conforme aumenta el número de parto (Val-Arreola et al., 2004; García-Muñiz et al., 2007).

En un estudio realizado por Castillo en 2017 en Costa Rica las lactancias 5, 6 y 7 presentaron promedios de producción de leche ajustada a 305 por encima de los 5000 kg/lactancia; y las lactancias 6 son las que muestran un mayor promedio de producción con 5372 kg, difiriendo estadísticamente de las lactancias 1 y 2. Similares resultados se reportaron por Wing Ching et al., (2008) al analizar un hato bovino de la raza Jersey en condiciones de trópico húmedo en Costa Rica, donde indica que el número de lactancia tiene un efecto altamente significativo sobre la producción de leche, mostrando mayores producciones entre la tercera y quinta lactancia. En contraposición, las lactancias 1, fueron las que en promedio presentaron el menor promedio de producción a 305 días, con apenas 4113 kg/lactancia, sin embargo, fue superior a datos reportados por Cascante (2008), el cual indica valores de producción de leche a 305 días en el norte de Costa Rica para la raza Jersey en primera lactancia de 3686 kg/lactancia.

El número de partos es uno de los factores no genéticos más influyentes en la forma de la curva de lactancia según Cañas et al., (2009). Y su efecto sobre la producción de leche, se puede atribuir a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento, y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche. (Osorio y Segura, 2005).

En un estudio realizado por Briñez en 2003 concluyó que la leche de vaca difiere en el porcentaje de sus componentes de acuerdo al número de partos, principalmente en la grasa, resultados entre los partos que son semejantes a los reportados por otros autores Fuenmayor, et al (1975) y Trujillo, et al (1988), donde la grasa es diferente entre partos, incrementándose a medida que las vacas tienen nuevas lactaciones.

La producción de grasa en la leche es menor para las vacas primíparas comparadas con vacas multíparas como consecuencia de una menor producción de leche y menor porcentaje de grasa producida por las vacas de primer parto (Andrade et al., 2016).

Manejo Zootécnico

El manejo durante la ordeña y en general durante la lactancia tiene un importante efecto tanto en los volúmenes como en las concentraciones de sólidos totales.

Personal.- Cuidados personales, capacitación en el manejo de los animales

Sanidad animal y empleo de medicamentos veterinarios

Obtención, elaboración y empleo de alimentos para consumo animal

Manejo del hato lechero

Ordeño higiénico: Ordeño mecánico y ordeño manual.

Factores medio ambientales

El efecto del clima en el ganado bovino es variable y complejo, ya que condiciona el medioambiente en el que los animales viven y se reproducen. Sus influencias en el bienestar y producción animal han sido reconocidas y estudiadas desde 1950. El clima afecta al ganado directa e indirectamente, ya que modifica la calidad y/o cantidad de alimentos disponibles, los requerimientos de agua y energía, la cantidad de energía consumida y el uso de ésta (Arias et al., 2008).

Algunos de los principales resultados de la actividad antropogénica han sido el incremento de los niveles atmosféricos de CO₂, las alteraciones de las propiedades biológicas y químicas del suelo, así como el continuo uso y cambio de uso de la tierra (Vitousek, 1994). En su conjunto estos hechos han provocado cambios climáticos a través del planeta aumentando las temperaturas mínimas y máximas para el período 1951-1990 (Karl et al., 1993). Esta asimetría entre mínimas y máximas ha sido detectada a través de todas las estaciones del año en el planeta, particularmente en las regiones del

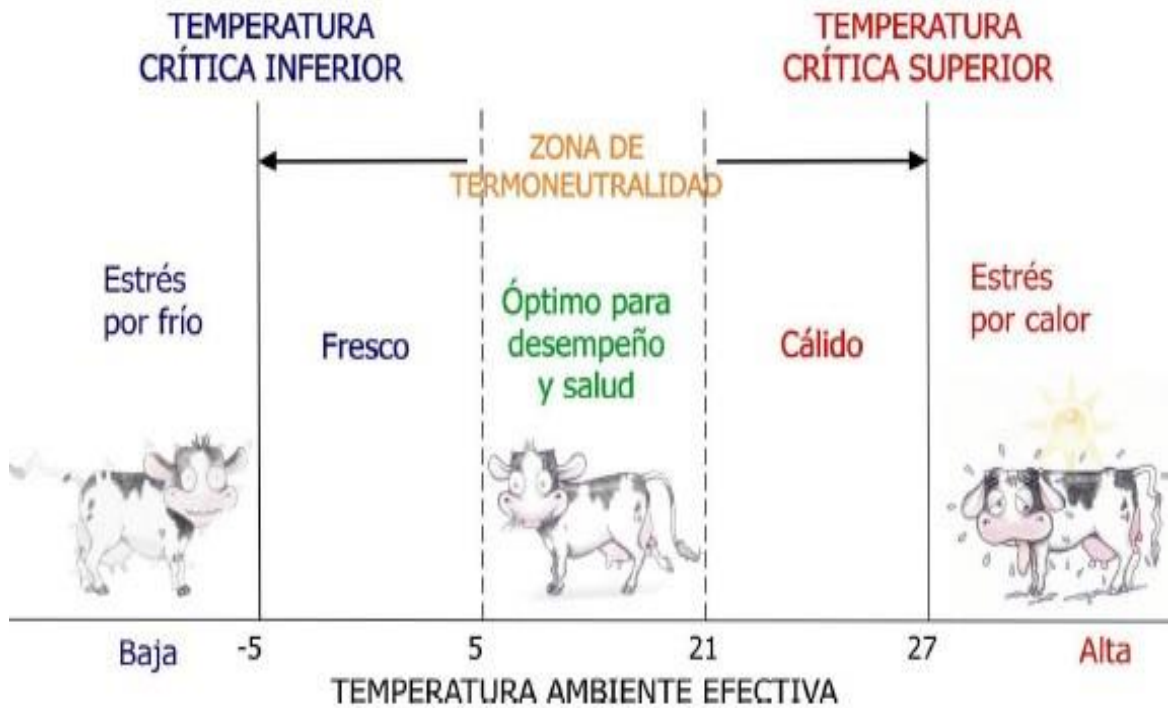
hemisferio norte. Asimismo, diversos modelos climáticos pronostican cambios en el clima del mundo, con un aumento en la concentración de CO₂ atmosférico, incrementos de temperaturas y cambios en la distribución de las precipitaciones (Klohn y Faurés 2006). Las estimaciones de incremento en la temperatura superficial media global son de un rango de 1,5 a 4,5 °C (Khalifa, 2003). Todo esto tendría profundos efectos en la producción agropecuaria y de alimentos tanto para los animales como para el ser humano. Schimmelpfennig et al. (1996) reportaron la existencia de numerosos informes que indican potenciales daños a los animales en función de los cambios de clima proyectados.

Las temperaturas y la humedad relativa altas, son condiciones que afectan la expresión del potencial genético de los animales (Kadzere et al., 2002), comprometen su bienestar (Tapki y Şahin 2006) y conducen a una situación de estrés calórico. El estrés calórico en los animales, cuantificado como el impacto en la producción de leche (Bohmanova et al., 2007) y en la reproducción (García-Ispierto et al., 2007), afecta los mecanismos de termorregulación animal (evaporación, conducción, convección y radiación) (Collier et al., 2006), afectando su zona de confort o termoneutralidad (5-25°C), lo que a su vez altera el consumo de alimento (West, 2003), las concentraciones hormonales (Jordan, 2003) y el metabolismo (Kadzere et al., 2002). Entre las condiciones ambientales que se relacionan con la productividad láctea, se citan la temperatura ambiental (Settivari et al., 2007), la humedad relativa (Bohmanova et al., 2007), la radiación solar (Tucker et al., 2007), la velocidad del viento (Nassuna-Musoke et al., 2007), el efecto de la duración del día (Barash et al., 2001) y la precipitación diaria (García-Ispierto et al., 2007).

Factor climático: temperaturas altas tienen un efecto indirecto, ya que afectan el consumo de materia seca, especialmente de fibra por lo que cambian los patrones fermentativos alterándose la relación acetato/propionato provocando una reducción del volumen de leche y de la concentración de grasa. Además, se produce una disminución de la síntesis proteica ruminal que

deriva en un menor aporte de proteína, lo que a su vez provoca una disminución de la concentración de proteína en la leche. Temperaturas bajas, especialmente bajo cero, aumentan el costo de manutención disminuyendo el aporte de energía a la glándula mamaria.

Figura 2. Representación esquemática de las zonas térmicas en relación con el confort ambiental de vacas Holstein.



Adaptado de NRC, 1981.

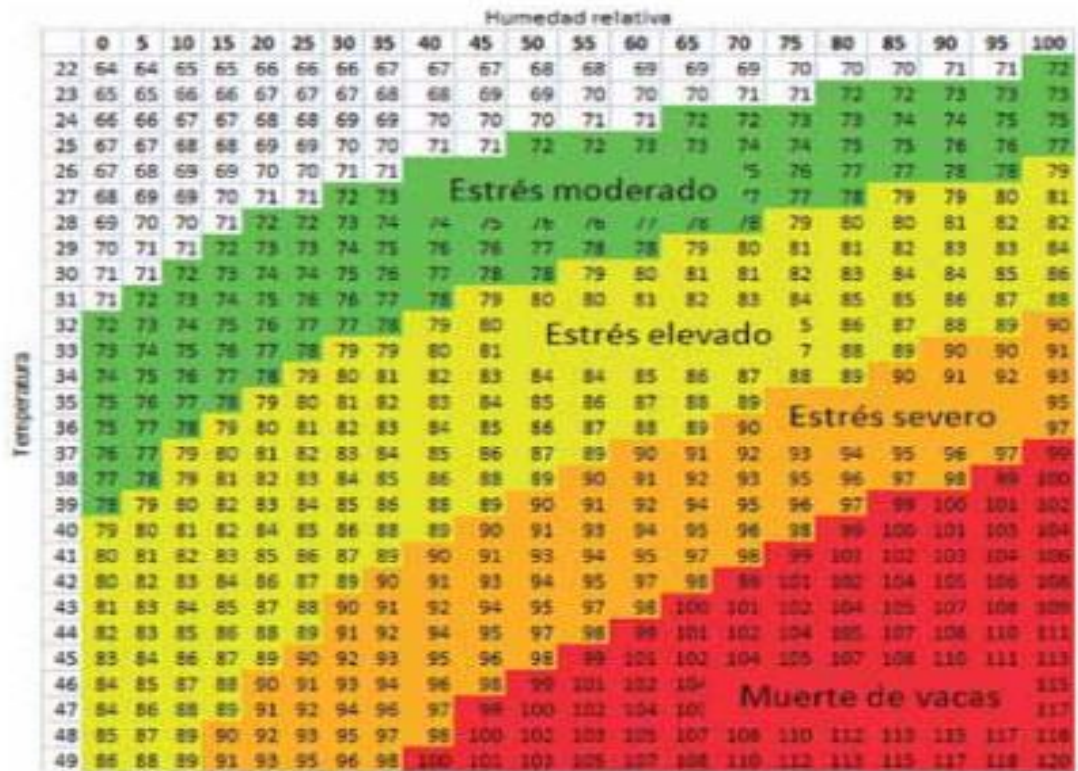


Figura 3.- Nivel de estrés calórico de vacas lecheras en respuesta a temperatura medioambiental y humedad relativa. Diferentes combinaciones de temperatura y humedad relativa y su ITH correspondiente.

ITH= 1.8 ta+32.(0.55-0.55HR/100)*(1.8 ta-26) donde ta es la temperatura del aire, en °C, y HR e la humedad relativa (Armstrong, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad de Producción Lechera del Instituto de Investigaciones Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, localizada en Mexicali, B.C. La ubicación geográfica es de 32°24'27.71" Latitud Norte y 115°23'03.68" Longitud Oeste. El clima es de tipo desértico, donde el mes más frío es enero, con una temperatura mínima promedio de 1.66 °C y 13 °C de temperatura media siendo julio el mes más cálido con una temperatura máxima, mínima y promedio de 45, 20 y 33 °C respectivamente. La temperatura media anual es de 22 °C (INEGI, 2010).

Unidades Experimentales

Se utilizaron 43 vacas Holstein multíparas. Las unidades experimentales se encontraban estabuladas en corrales según su producción, con comederos y bebederos compartidos estos últimos con acceso *ad libitum*. Las vacas fueron alimentadas con una dieta a base de heno de alfalfa y concentrado comercial. Los animales se alimentaron dos veces al día a las 07:00 y 14:00 hrs. El experimento se llevó a cabo de Enero a Junio de 2018, se pesaron y tomaron muestras de leche cada 15 días los días viernes a las 04:00 y a las 16:00 hrs. Una vez obtenidas las muestras se realizó el análisis correspondiente para determinar la composición de las mismas. Se determinó la concentración de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales (ST), sólidos no grasos (SNG) y nitrógeno ureico en leche (NUL).

Durante los mismos días de muestreo y después de la toma de muestra matutina (04:00hrs) se tomó una muestra de concentrado y una de heno de alfalfa con la finalidad de realizar el análisis de su composición química. Las variables medioambientales temperatura, humedad, viento, precipitación e índice UV fueron proporcionadas por el Laboratorio de Ciencias Ambientales del Instituto de Ingeniería de la UABC. La prueba de California Mastitis Test (CMT)

se corrió de manera inmediata en aquellos animales sospechosos de padecer mastitis.

Cuadro 7. Calendario de pesado de leche y toma de muestras

Fecha	Muestreo
Feb 09 2018	1
Feb 23 2018	2
Mar 09 2018	3
Mar 23 2018	4
Abr 06 2018	5
Abr 20 2018	6
May 04 2018	7
May 18 2018	8
Junio 01 2018	9
Junio 15 2018	10

Diseño del Experimento y Análisis Estadístico

Se diseñó una base de datos en el programa EXCEL (Microsoft) para la captura y manejo de información generada en este proyecto. Las variables fueron evaluadas por medio de una diseño de bloques, estimando la incidencia de cada variable independiente sobre la producción y composición de leche (variable dependiente). Se realizó un agrupamiento de las unidades experimentales de acuerdo con días en leche; grupo 1, de 0 a 90; grupo 2, 91 a 180, grupo 3, 181 a 270; grupo 4, más de 271. Se utilizó la prueba de Coeficiente de Determinación para evaluar el grado de asociación entre variables.

Toma de muestra

Los días viernes y con una frecuencia de quince días se midió la producción de leche, tomándose muestras de la misma para su posterior análisis. El pesaje de leche se llevó a cabo utilizando un pesador de flujo de la marca Waikato®. Las muestras de leche se recolectaron en vasos estériles, con una cantidad aproximada a los 50 ml. Las muestras de concentrado y heno de alfalfa se recolectaron en bolsas ziplok® una cantidad aproximada de 1kg.

Análisis de las muestras

Una vez obtenidas las muestras de leche se enviaron al laboratorio inmediatamente para determinar el contenido de proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos, densidad y agua, mediante Lactoscan (Milk Analyzer) y N-ureico, y para conocer el estado de salud de la ubre se realizó la CMT. Las muestras de concentrado y heno de alfalfa obtenidas cada 15 días se molieron en un molino de laboratorio Thomas Wiley y se analizaron mediante el equipo NIR DA7250.

Variables a evaluar

Se evaluó el grado de asociación entre temperatura, humedad relativa, días en leche y número de lactancia sobre producción y composición (proteína cruda, grasa, SNG y lactosa).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nivel de relación entre las variables estudiadas se muestra en las Tablas 1, 2, 3 y 4. No se observaron grados significantes de asociación entre las variables estudiadas. El rango de temperatura medioambiental fue de 11.23 a 27.82 °C. Aunque Kadzere et al. (2002), mencionan que la temperatura medioambiental puede afectar el potencial genético de los animales, lo cual acorde con Tapki y Şahin, (2006) comprometer su bienestar, en nuestro trabajo no observamos un grado de asociación significativo. Esto puede ser explicado en parte, primeramente debido a que las máximas temperaturas registradas fueron muy cercanas a las máximas consideradas dentro del rango de confort para este tipo de animales, además de deberse considerar que nuestras unidades experimentales son nativas de este clima y por tanto consideramos que a la fecha han realizado un exitoso proceso de aclimatación.

Los valores de humedad relativa observados estuvieron en un margen de 13.24 a 47.33. Kadzere et al. (2002) y Tapki y Şahin (2006) observaron que valores de humedad relativa elevados pueden conducir a una situación de estrés calórico y comprometer tanto el bienestar animal, al mismo tiempo que impactan negativamente la producción de leche (Bohmanova et al., 2007). El efecto de humedad relativa sobre el comportamiento productivo y/o reproductivo va de la mano con la temperatura medioambiental, incrementando su efecto a medida que ambos valores aumentan. En nuestro experimento tanto los valores de temperatura como de humedad relativa se mantuvieron dentro de un margen cercano el máximo considerado como recomendado.

Aun considerando el sumamente amplio margen de días en leche (2 a 769 d), no observamos grados de asociación significativos entre nuestras variables estudiadas. Phillips, (2001) reportó que una fuente de variación en la leche (y en general en los sólidos totales) es la etapa de la lactancia en que se encuentra la vaca. Su concentración declina gradualmente las primeras 12

semanas de lactación, posterior a ello vuelve a aumentar hasta llegar aproximadamente a los niveles con que se inició la lactancia. El bajo grado de asociación entre nuestras variables pudo haberse debido en parte, a que nuestras unidades experimentales fueron bajas productoras.

Aunque el margen del número de lactancias fue amplio (1 a 7), no observamos grados de asociación significativos con las variables estudiadas. En un estudio realizado por Lemus en 2008 en pastoreo no estacional obtuvo resultados donde las vacas de primer parto tuvieron menor rendimiento al pico de lactancia, menor producción al segundo tercio de lactación (205 d/l y en la lactancia completa (305 d/l que las multíparas ($p \leq 0.05$), pero los días al pico de lactancia y la persistencia fueron similares independientemente del número de parto. La lactancia completa (305 d/l para las vacas de primer parto fue 4388 L y para las multíparas 5331 L; para el segundo tercio de lactación (205 d/l, fue 3366 L y 4032 L para las multíparas. En cuanto a los resultados de la lactancia completa y las otras variables relacionadas con la producción de leche fueron similares entre vacas multíparas.

En sistemas estabulados las diferencias en producción entre vacas de primer parto y las multíparas se debe a una mayor repartición de nutrientes hacia la producción de leche y menor hacia la ganancia de peso (Pollott, 2000), pero también la vaca primeriza tiene 80% de la capacidad de consumo de una vaca multípara (Jarrige et al., 1986). La diferencia entre vacas primerizas y multíparas fue clara en el presente estudio pero la falta de efecto de número de parto sobre la producción de leche en vaca multíparas se atribuyó a que el consumo voluntario y el nivel de nutrimentos son limitantes para producciones más altas en vacas en pastoreo (Muller y Fales, 1998). Al respecto, en estudios realizados con vacas Holstein-Friesian en México considerando varios niveles tecnológicos, se ha calculado una mayor producción de leche por lactancia conforme aumenta el número de parto (Val-Arreola et al., 2004; García-Muñiz et al., 2007).

En un estudio realizado por Briñez en 2003 concluyó que la leche de vaca difiere en el porcentaje de sus componentes de acuerdo al número de partos, principalmente en la grasa, resultados entre los partos que son semejantes a los reportados por otros autores Fuenmayor, et al (1975) y Trujillo, et al (1988), donde la grasa es diferente entre partos, incrementándose a medida que las vacas tienen nuevas lactaciones.

En un estudio realizado por García en 1988 obtuvo que la máxima producción es alcanzada en la 4ta lactancia por todos los grupos raciales excepto por el Jersey, que lo hace en la 3ª. Estos resultados concuerdan con los encontrados por otros autores de que en el trópico la máxima producción se obtiene entre la 3a y 4ta lactancia (Bodisco, et al., 1971; Reaves, 1978; Vaccaro, et al., 1979).

CONCLUSIONES

En nuestro experimento tanto los valores de temperatura como de humedad relativa se mantuvieron dentro de un margen cercano el máximo considerado como recomendado, lo cual sugiere un proceso de adaptación por parte de las unidades experimentales. El agrupamiento de los animales de acuerdo a los días en leche posiblemente disminuyó el efecto que pudiera haber tenido esta variable. Finalmente el número de lactancia no se relacionó fuertemente con las variables a medir, lo cual puede ser explicado en parte a la baja producción de leche observada.

LITERATURA CITADA

- Alderman, G. 1998. Responses in the Yield of Milk Constituents to the Intake of Nutrients by Dairy Cows. CABI Publishing. Serie B. Volumen 68. 96 pág.
- Almeyda, J. 2018. Producción de Ganado vacuno lechero en sierra. Manual Tecnico, Perú. Pp 30-31.
- Akers, R.M., 1990. Lactation physiology: A ruminant animal perspective. Protoplasma.Vol. 159. pp 96-111.
- Andrade, R., Caro, Z.E., Porras, J.L, 2016. Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de las vacas lecheras en lactancia. Revista Científica, Vol. XXVI, num 1.bo
- Armstrong D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. Journal of Dairy Science. 77: 2044-2050.
- Auldist , M. J., Grainger, C., Houlihan, A. V., Mayes , J. J. and Williams, R . P. W., 2009. Composition, coagulation properties, and cheesemaking potential of milk from cows undergoing extended lactations in a pasture-based dairying system. J. Dairy Sci. 93 :1401–1411.
- Barash H., Silanikove N., Shamay A., Ezra E. 2001. Interrelationships among ambient temperature, day length and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. J. Dairy Sci. 84:2314-2320.
- Bodisco, V., Verde, O. y Wilcox, J.C. 1971. Memoria ALPA 6:81- 85.
- Bohmanova J I, Misztal S, Tsuruta D, Norman and Lawlor T J 2005 National genetic evaluation of milk yield for heat tolerance of United States Holsteins. Interbull Bull. 33:160–162.
- Cañas, J., Restrepo, L.F., Ochoa, J., Echeverri, A. y Cerón-Muñoz, M.F. 2009. Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano. Rev. Lasallista Investig. 6 (1).
- Castillo, M.A., Alpizar, A., Padilla, J., Keim, J.P., 2017. Efecto de la edad a primer servicio, número y época de parto sobre el comportamiento de la curva de lactancia en vacas Jersey. Nutrición Animal Tropical. Pp 1-22.
- Collier RJ, GE Dahl, MJ VanBaale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. J Dairy Sci 89, 1244-1253.

- Cuatrín, A., 2005. Curva de lactancia. Factores que la modifican. Manual Ref. Tcas. Leche de Calidad, Segunda edición, 135-41.
- De Noronha D., Pereira, J.C., Fonseca, F., Fajardo de Campos, O., Braga, J.L., Azevedo, J., 2010. Selection of models of lactation curves to use in milk production simulation systems. R. Bras. Zootec. 39(4) p.891-902.
- Emmons, D. B., C. A. Ernstom, and C. Lacroix. 1993. Yield formulae. Ch. 3. Page 21 in International Dairy Federation Monograph on Factors Affecting the Yield of Cheese. Special issue 9301. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium
- Fredeen, A. H. (1996): Considerations in the milk nutritional modification of milk composition. Animal Feed Science Technology 59:185-197.
- Fuenmayor, C.; chicco, C. F.; Bodisco, V.; Capo, E., 1975. Estudio de los Componentes de la Leche de Vacas Holstein y Pardo Suizas Durante Cuatro Lactancias en Venezuela. Agron. Trop. Vol XXIII: 541-554.
- García, J. G., Mariscal, D. V., Caldera, N. A., Ramírez, R., Estrella, H. y Núñez, R., 2007. Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. Interciencia 32: 841–846.
- García-Ispierto, I., López-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaría, P., Yániz, J.L., Nogareda, C., De Renss, F., López-Béjar, M. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. ELSEVIER. 1379-1385.
- Goddard, M. y Wiggans, G. 1996. Genetic Improvement of Dairy Cattle. In: Fries, R. y Ruvinsky, A. (Ed). The Genetics of Cattle. CABI Publishing. Pp: 511-534.
- Hurley, W. 2002. Lactation Biology. Milk Proteins and Protein Synthesis. University of Illinois. Department of Animal Sciences. Urbana-Champaign.
- Jarrige, R., Demarquilly, C., Dulphy, J. P., Hoden, A., Robelin, J., Berenger, C., Geay, Y., Journet, M., Malterre, C., Micol, D. and Petit, M., 1986. The INRA fill unit system for predicting the voluntary intake of forage based diets in ruminants: A review. J. Anim. Sci. 63: 1737-1758.
- Jordan E. 2003. Effects of heat stress on reproduction. J. Dairy Sci. 86:(E. Suppl.):E104–E114.
- Kadzere C.T., Murphy M.R., Silanikove, N., Maltz, E. 2002. Heat stress in lactating cows: a review. Livest Prod Sci 77, 59-91.

- Karl T.R., Jonesb, P.D., Knighta, R.W., Kuklac, G., Plummerd, N., Razuvayeve, V., Galloa, K.P., Lindseyf, J., Charlsong, R.J., Petersona, T.C. 1993. A new perspective on recent global warming: asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. *Bulletin of the American Meteorological Society* 74, 1007-1023.
- Khalifa HH. 2003. Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: *Interactions between climate and animal production. Proc Symp*, EAAP Technical series N° 7, Pp 15-29.
- Klei, L., Lynch, J., Barbano, D., Oltenacu, P., Lednor, A. y Bandler, D., 1997. Influence of milking three times a day on milk quality. *Journal of Dairy Science*. 80: 427-436.
- Klohn W, Faurés J. 2006. Water for food, agriculture and rural livelihoods. In: *Water, a shared responsibility*. The United Nations World Water Development Report N° 2, Pp 243-274.
- Latrille, L. 1999. Calidad de la leche y sistemas de pago. In: Anrique, R. (Ed.) *Competitividad de la producción lechera nacional*. Tomo II. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. Pp: 259 – 316.
- MacDonald, P., Edwaeds, R., Greenhalgh, J. y Morgan, C. 1999. *Nutrición Animal*. Quinta edición. Zaragoza, España. Acribia. 576pp.
- Murray, J. y Maga, E. 1999. Changing the composition and properties of milk. In: Murray, J., Anderson, G., Oberbauer, A. y McGloughlin, M. (Eds.). *Transgenic Animals in Agriculture*. Londres, Inglaterra. CABI Publishing. Pag. 193 – 208.
- Nassuna-Musoke G., Kabassa J., King M., 2007. Response of friesian cows to microclimate on small farms in warm tropical climates. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6 (7):899-906
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cows*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Osorio, M.M., y Segura, J.C. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bostaurus x Bosindicus* en un sistema de doble propósito en el

- trópico húmedo de Tabasco, México. *Tecnología Pecuaria México* 43(1):127-137.
- Pérochon, L., Coulon J.B. and Lescourret, F., 1996. Modelling lactation curves of dairy cows with emphasis on individual variability. *Animal Science* 63, pp189-200.
- Phillips, C. 2001. *Principles of Cattle Production*. CABI Publishing. Londres, Inglaterra. 288 pág.
- Pollott, G. E. 2000. A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. *J. Dairy Sci.* 83: 2448-2458.
- Reaves, C.W. 1978. Factores lucrativos de manejo basados en resultados de estudios de registros de hatos lecheros de El Salvador. En: IX conferencia Anual sobre Ganadería y Avicultura en América Latina, Gainesville, Fla. 1975. p.24E-33E.
- SAGARPA, 2011. Coordinación general de ganadería. Boletín informativo. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2011.
- Schimmelpfennig D, Lewandrowski, J., Reilly, J., Tsigas, M., Parry, I. 1996. Agricultural adaptation to climate change: Issues of longrun sustainability. *Agricultural Economic Report No. AER740*, USDA, USA.
- Secretaria de Economía.2010
- Settivari R, Spain J, Eilersieck M, Byatt J, Collier R and Spiers D 2007 Relationship of thermal status to productivity in heat-stressed dairy cows given recombinant bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science.* 90(3):1265-1280. [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)71615-6/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)71615-6/pdf)
- Tapkı, I., Sahin, A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *ELSEVIER*. 1-11.
- Tornadijo, M., Marra, A., Garcia, M., Prieto, B. y Carballo, J. 1998. La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: calidad química. *Ciencia y Tecnología Alimenticia.* 2 (2): 79-91.
- Trujillo, F.; Avila, S.; Vargas, R.; Blanco, N. A., 1988. Calidad de la Leche Producida Durante las Diferentes Épocas del Año con Ganado Bovino en

- el Área de Influencia del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT), Martínez de la Torre Veracruz. Veterinaria de México. Vol 19: 345- 351.
- Tucker C., Rogers A., Schutz, K. 2007. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*. Doi: 10.1016/j.applanim.2007.03.015.
- Vaccaro, R., Pallete, A. y Cordero, A. 1979. Memoria ALPA 14:145.
- Val-Arreola, D., Kebreab, E., Dijkstra, D. and France, J. 2004. Study of the lactation curve in dairy cattle on farms in central Mexico. *J. Dairy Sci.* 87: 3789–3799.
- Vargas, B. y J. Ulloa. 2008. Relación entre crecimiento y curvas de lactancia en grupos raciales lecheros de distintas zonas agroecológicas de Costa Rica. *Livestock Research for Rural Development*.
- Velazquez, M. 2000. Udder health and milk composition, with special reference to beef cows. A literature review. Swedish University of Agricultural Sciences Skara. Faculty of Veterinary Medicine. Department of Animal Environment and Health. Skara, Suecia. (On line). (15 de septiembre de 2002). <http://www-mat21.slu.se/publikation/pdf/udderhealth.pdf>.
- Vitousek, P.M. 1994. Beyond global warming: Ecology and global change. *Ecology* 75, 1861-1876.
- Wattiaux M., Armentano, L., 1994. Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras. En: Wattiaux M. (1994). *Esenciales Lecheras*. Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad de Wisconsin- Madison. Pp. 9.
- West J.W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86, 2131-2144.
- White, C. 2001. Factors affecting milk protein concentration in Australian dairy.
- Wilmink, J.B. 1987. Comparison of Different Methods of Predicting 305-Day Milk Yield Using Means Calculated From Within-Herd Lactation Curves. *Livestock production science*, 17: 117.

Cuadro 8. Resultados grupo 1.

Grupo 1	
Variables evaluadas	R ²
Temperatura-Producción	0.0037
Temperatura-Composición	
Proteína	0.0285
Grasa	0.0278
SNG	0.0281
Lactosa	0.0656
Humedad-Producción	0.0406
Humedad-Composición	
Proteína	0.0071
Grasa	0.0001
SNG	0.0081
Lactosa	0.0108
Días leche-Producción	0.0089
Fías leche-Composición	
Proteína	0.1286
Grasa	0.0397
SNG	0.1282
Lactosa	0.1818
Lactancia-Producción	0.0164
Lactancia-Composición	
Proteína	0.0124
Grasa	0.0068
SNG	0.0126
Lactosa	0.0263

Cuadro 9. Resultados grupo 2.

Grupo 2	
Variables evaluadas	R ²
Temperatura-Producción	0.0279
Temperatura-Composición	
Proteína	0.0230
Grasa	0.0011
SNG	0.0252
Lactosa	0.0001
Humedad-Producción	0.0003
Humedad-Composición	
Proteína	0.0048
Grasa	0.0001
SNG	
Lactosa	0.0125
Días leche-Producción	0.0003
Días leche-Composición	
Proteína	0.0295
Grasa	0.0117
SNG	0.0296
Lactosa	0.0143
Lactancia-Producción	0.0041
Lactancia-Composición	
Proteína	0.0020
Grasa	0.0361
SNG	0.0034
Lactosa	0.0011

Cuadro 10. Resultados grupo 3.

Grupo 3	
Variables evaluadas	R ²
Temperatura-Producción	0.1113
Temperatura-Composición	
Proteína	0.0668
Grasa	0.0692
SNG	0.0591
Lactosa	0.0210
Humedad-Producción	0.0035
Humedad-Composición	
Proteína	0.0135
Grasa	0.0001
SNG	0.0001
Lactosa	0.0261
Días leche-Producción	0.2913
Fías leche-Composición	
Proteína	0.1927
Grasa	0.0023
SNG	0.2011
Lactosa	0.2370
Lactancia-Producción	0.0001
Lactancia-Composición	
Proteína	0.0164
Grasa	0.1182
SNG	0.0251
Lactosa	0.0049

Cuadro 11. Resultados grupo 4.

Grupo 4	
Variables evaluadas	R ²
Temperatura-Producción	0.0227
Temperatura-Composición	
Proteína	0.0299
Grasa	0.0009
SNG	0.0323
Lactosa	0.0213
Humedad-Producción	0.0001
Humedad-Composición	
Proteína	0.0011
Grasa	0.0021
SNG	0.0014
Lactosa	0.0004
Días leche-Producción	0.0245
Fías leche-Composición	
Proteína	0.0026
Grasa	0.0524
SNG	0.0017
Lactosa	0.0007
Lactancia-Producción	0.0007
Lactancia-Composición	
Proteína	0.0328
Grasa	0.0157
SNG	0.0311
Lactosa	0.0412