



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PESO AL NACER Y AL DESTETE DE TERNEROS Y TERNERAS
HOLSTEIN Y JERSEY BAJO ESTRÉS CALÓRICO EN MEXICALI,
BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

TESIS

P R E S E N T A

ANTONIO DE JESÚS MEJÍA LASTRA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

DIRECTORA:

DRA. FRANCISCA AVILÉS NOVA

ASESORES:

DR. LEONEL AVENDAÑO REYES

DR. BENITO ALBARRÁN PORTILLO



TEMASCALTEPEC, MÉXICO, AGOSTO DE 2017.



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Temascaltepec, México mayo 05 de 2017
OFICIO: IAZ-MMGA/057/2017

C. ANTONIO DE JESÚS MEJÍA LASTRA
ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA
DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA
PRESENTE:

Con base en la información existente en el Departamento de Tesis y en cumplimiento a lo dispuesto en el Reglamento de Escuelas y Facultades, este departamento a mi cargo se complace en autorizar a Usted la **IMPRESIÓN** de su tema PESO AL NACER Y AL DESTETE DE TERNEROS Y TERNERAS HOLSTEIN Y JERSEY BAJO ESTRÉS CALÓRICO, EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA.

Me permito indicarle que deberá seguir las sugerencias de corrección dictaminadas por el H. Comisión Revisor de su trabajo escrito, ya que el contenido y presentación del mismo será de su entera responsabilidad.

Sin otro particular, reciba el mejor de los deseos de la comunidad de esta Unidad para el feliz término de su próxima disertación.

ATENTAMENTE

PATRIA CIENCIA Y TRABAJO

"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos".



M. en D.A.E.S MA. MERCED GÓMEZ AVILÉS
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE TESIS
DE LA LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC.

c.c.p. archivo



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme terminar mi licenciatura en buenos términos, haber logrado una meta más en mi vida.

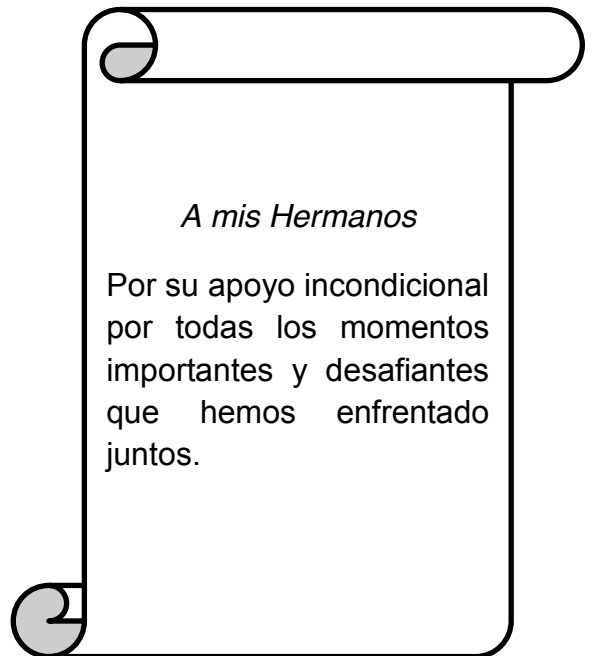
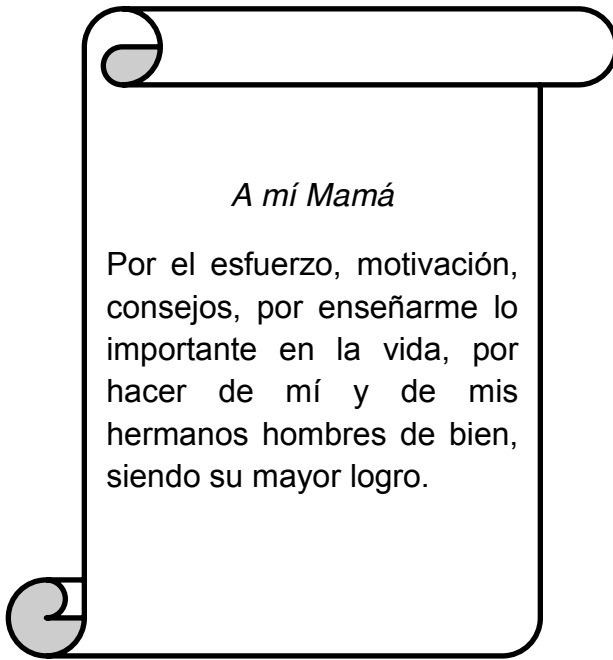
A la Universidad Autónoma de Baja California y al Instituto de Ciencias Agrícolas, por albergarme durante mi Estancia Integral Rotacional, en la cual pude realizar mi investigación de tesis.

Al Dr. Leonel Avendaño Reyes, por brindarme su apoyo y su amistad, por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias sobre producción animal, darme la oportunidad de involucrarme con su equipo de investigación y fortalecer mis competencias profesionales.

A mis amigos del establo “Morelia” de Mexicali, Baja California, al señor Mario Magaña Calderón, al MVZ. José Alfredo Jiménez, al señor Oscar Octavio Hernández Sandoval y al señor Isaias Mexicano Cerritos, por su apoyo, su amistad y compartirme sus conocimientos y experiencia laboral.

A mis maestros y a todas aquellas personas que se involucraron en mi formación académica, que me vieron crecer como persona y profesional, que fortalecieron mis conocimientos y ampliaron mi visión con el firme propósito de ser un hombre competente ante una sociedad cambiante.

DEDICATORIAS.



Índice general

1.- INTRODUCCIÓN.....	13
2.-JUSTIFICACIÓN.....	17
3.- OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo General.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4.- HIPOTESIS.....	20
5.- REVISION DE LITERTURA.....	21
5.2.- El animal, su ambiente y caracterización del ambiente calórico.....	23
5.2.1.- Concepto estrés calórico.....	24
5.2.2.- Zona termoneutral y normotermia.....	24
5.2.3.- Temperatura crítica máxima.....	26
5.2.6.- Índice Temperatura y Humedad.....	29
5.3.- Efectos en la producción del estrés calórico.....	31
5.3.2.- Disminución del consumo de materia seca.....	35
5.3.3.- Requerimientos de agua, pérdida de agua y minerales.....	38
5.4.- Crianza de terneros del nacimiento al destete.....	41
5.4.1. Alimentación del ternero.....	43
• Alimentación con leche.....	45
• Alimento sólido.....	45
5.5. Peso corporal y tasa de crecimiento.....	47
• Peso al nacer.....	49
• Peso al destete.....	50
5.6.- Factores que afectan el peso al nacer y al destete de los terneros.....	51
5.6.1.- Tamaño corporal.....	52
5.6.2.- Condición corporal.....	52
5.7.- Alternativas para reducir el estrés calórico.....	53
• Sombra.....	54

• Enfriamiento artificial.....	54
• Agua de bebida.....	55
• Combinación de métodos.....	55
6.- MATERIALES Y METODOS.....	58
6.1.- Ubicación de la unidad experimental.....	58
6.2.- Animales experimentales.....	58
6.3.- Material y equipo utilizados.....	58
6.5. Obtención de variables de respuesta.....	64
• Peso al nacer.....	64
• Peso al destete.....	65
• Ganancia total de peso.....	65
• Ganancia diaria de peso.....	65
• Días de Lactancia.....	65
• Índice temperatura – humedad (ITH).....	65
7.0 Análisis estadístico.....	67
VIII. RESULTADOS Y DISCUSION.....	69
VII. CONCLUSIONES.....	84

Lista de cuadros

Cuadro I. Efectos de los cambios ocasionados por el estrés por calor sobre la producción	34
Cuadro II. Influencia del ambiente por semana en consumo de materia seca.	36
Cuadro III Curva de crecimiento de ganado Holstein.	41
Cuadro IV. Consumo de materia seca en diferentes etapas.	46
Cuadro V. Edad, peso y talla ideales en hembras lecheras.	47
Cuadro VI. Peso corporal en varias etapas del desarrollo y tasa de crecimiento para novillas.	49
Cuadro VII. Comparación de los registros meteorológicos (medias, mínimas y máximas mensuales) durante agosto, septiembre, octubre y noviembre.	74
Cuadro VIII. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento de la cría en su peso al nacimiento (en kg) en un establo lechero del valle de Mexicali, B.C.	77
Cuadro IX. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento de la cría en su peso al destete (kg) en un establo lechero del valle de Mexicali, B.C.	80
Cuadro X. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento sobre la ganancia diaria de peso predestete (en Kg).	82
Cuadro XI. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento de la cría sobre la ganancia de peso total (Kg) en el periodo nacimiento al destete en un establo lechero del valle de Mexicali, B.C.	83

Lista de Figuras

Figura 1. La Tierra se encuentra más cerca del Sol (Gay, 2006).	22
Figura 2. Grado probable de severidad de estrés en diferentes rangos de ITH (Adaptado de Amstrong, 1994 e INTA, 2015).	30
Figura 3. Vacas amontonadas en la sombra.	56
Figuras 4 y 5. Balanza de reloj y faja de lona.	59
Figuras 6 y 7. Bascula de plataforma y forma de pesado de terneros.	60
Figuras 8 y 9 Toma de peso al nacer.	62

Figuras 10 y 11. Toma de peso al destete	64
Figura 12. Temperaturas máximas, mínimas y promedio por mes en la zona de estudio.	69
Figura 13. Humedad relativa promedio por mes en la zona de estudio.	71
Figura 15. Valores de ITH por hora del mes de julio a noviembre en la zona de estudio.	73
Figura 16. Promedio de variables climáticas registradas durante los meses de nacimiento en la zona de estudio.....	75
Figura 17 Promedio de variables climáticas registradas durante los meses de destete en la zona de estudio.	76

RESUMEN

Para evaluar el efecto del sexo, mes de nacimiento y raza sobre el peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD) de terneros nacidos en un establo lechero comercial del Valle de Mexicali, Baja California, México (36° 26' N, 115° 11' O y altitud de 14 msnm), el clima es árido y extremoso. Se utilizaron 49 terneros 38 fueron raza Holstein (24 Hembras y 14 Machos) y 11 raza Jersey (5 Hembras y 6 Machos), nacidos en (agosto y septiembre). Estas crías fueron producto de hembras Holstein y Jersey inseminadas con semen de su raza de las empresas ABS, SEMEX, Accelerated Genetics y solo 5 del semental Holstein del Establo. Se tomó el peso al nacimiento, el peso al destete a los 65 días promedio, se determinó la ganancia diaria de peso, ganancia total de peso, así mismo el Índice de estrés calórico (ITH) utilizando la fórmula propuesta por Hahn et al. (1999): $ITH = 0.81 (TA) + HR (TA - 14.4) + 46.4$. En agosto y septiembre ocurrieron los nacimientos, en octubre y noviembre se realizó el destete. Las temperaturas presentadas en el área del experimento fueron superiores en el mes de agosto. El ITH promedio más alto lo presentó el mes de septiembre, logrando un valor de 76.6 unidades. La información local de las condiciones climáticas fue obtenida de la estación experimental climática del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC), ubicada en el valle de Mexicali, a 6 km de la unidad experimental. Las variables registradas fueron temperatura ambiental (TA) máxima y mínima por día, y humedad relativa (HR) máxima y mínima por día. Las variables de respuesta fueron: peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), ganancia diaria de peso del nacimiento al destete (GDPND) y ganancia de peso total del nacimiento al destete (GPTND). Estas variables se analizaron bajo un arreglo factorial de tratamientos 2x2x2 en un diseño completamente al azar. Los factores fueron sexo (hembras y machos), raza (Jersey y Holstein) y mes de nacimiento (agosto y septiembre), así como las distintas interacciones dobles y la interacción triple. Ninguna interacción (dobles o triple) resultó significativa ($P > 0.05$), de tal forma que se presentan resultados de los efectos principales significativos de los modelos. Los análisis se realizaron usando el PROC GLM de SAS (SAS, 2004) y las medias ajustadas se compararon mediante pruebas de "t" student para parejas de medias utilizando un nivel de error de 5%. Los animales nacidos en agosto fueron menos pesados y tuvieron menor ganancia diaria y total de peso que los nacidos en septiembre, lo que se atribuye a las drásticas variables climáticas presentes durante su posparto-nacimiento-destete, presentando un ITH > 72 unidades. Se observó efecto de la raza en el peso al destete. Los terneros de la raza Holstein obtuvieron mayor peso al destete, mayor ganancia diaria y total de peso que los de raza Jersey. No existió efecto del sexo en las razas en las variables productivas, tampoco se observó efecto por el ITH. Se recomienda realizar modificaciones de manejo en los meses más cálidos para evitar mermas en el crecimiento de becerros lecheros en la zona de estudio.

Parabras Clave: Sexo, mes de nacimiento, raza, peso nacer, peso destete, ITH

1.- INTRODUCCIÓN

En México, los estados ubicados al norte del país como Baja California, se caracterizan por ser regiones áridas y semiáridas. En estas regiones se presentan drásticas condiciones climáticas durante el verano, generando estrés calórico en el ganado lechero, lo cual es un problema significativo porque causa baja eficiencia reproductiva y disminución de la producción de leche hasta en 50% (Anzures *et al.*, 2015).

Las condiciones ambientales presentes en zonas áridas generan estados de estrés calórico en el animal, demandando un reajuste en su fisiología y actividad física para regular su temperatura corporal, disminuyendo su desempeño productivo (West, 2003). La combinación de alta radiación solar, temperatura extrema y baja velocidad del viento restringen la eficiencia termoreguladora de los medios no evaporativos en la vaca, mientras que los evaporativos a gradientes altos de humedad se estimulan (Berman, 2006).

Johnson (1980) define el estrés calórico como la combinación de factores medio ambientales que generan un aumento en la temperatura corporal por encima de la zona termoneutral como resultado de los cambios en su tasa metabólica y de sus requerimientos para mantenimiento, incrementándose la pérdida de agua por evaporación y la tasa respiratoria, además de cambios en la concentración de hormonas en sangre y por la redistribución del total del fluido sanguíneo.

La zona ideal de producción de leche comprende la zona termoneutral, la cual es el rango de temperatura ambiente en que el animal puede mantener la

temperatura corporal dentro del rango normal para su especie con el mínimo esfuerzo, tomando en cuenta que la velocidad del viento, la radiación y el contenido de humedad del aire pueden alterar su desempeño (Johnson, 1965). La zona de confort térmico para vacas lecheras en producción se encuentra entre los valores de 35 y 70 unidades de ITH (Índice Temperatura y Humedad), y se ha determinado un valor crítico para la producción de leche en vacas Holstein de 72 unidades de ITH (Johnson *et al.*, 1961). A la temperatura ambiente que sobrepasa la zona termoneutral se le denomina temperatura crítica máxima, la cual puede ser definida como la temperatura en la que la tasa metabólica aumenta, se incrementan las pérdidas evaporativas y el aislamiento térmico de los tejidos es mínimo (Silanikove, 2000).

La termorregulación en bovinos lecheros de normotermia (temperatura corporal normal) oscila en el rango de 38.4 a 39.0° C (Hansen *et al.*, 1992). Cuando la temperatura corporal es superior, el animal está en hipertermia, lo que afecta su sistema nervioso central e incluso puede ocasionar su muerte con incrementos de 3 a 6° C por encima del rango de normotermia (Bianca, 1972). Como consecuencia de altas temperaturas medioambientales, se genera un efecto negativo vertical sobre el apetito en el centro del hipotálamo (Shearer y Beede, 1990). El consumo voluntario, según Minson (1990), es la cantidad de materia seca consumida al día cuando a los animales se les brinda alimento a libre acceso.

El peso de los terneros al nacer es importante, ya que terneros que nazcan pesando entre 40 y 50 Kg son con frecuencia más vigorosos y como resultado tienen mayor resistencia ante enfermedades en las primeras semanas de nacidos (Boxen, 2000). Tomar la medición del peso corporal al momento del nacimiento es lo más usual, al momento de destete, del descorne, así como generar con estos pesos una tabla del nivel de crecimiento (Wattiaux, 2003). El peso al nacer es resultado del crecimiento fetal, bajo manifiesto y preciso control genético y ambiental. El crecimiento inicial del ternero es fuertemente afectado por el consumo de leche, de manera que la oferta apta de leche tiene efectos no simplemente como contribución nutritiva, ya que de igual manera facilita el comportamiento y formación del tracto digestivo, así como el buen desarrollo de los sistemas de defensa del becerro contra enfermedades (Avendaño *et al.*, 2010).

Las alternativas para mitigar el estrés calórico, según Callejo (2002), son: a) reducir la transmisión de calor del ambiente hacia la vaca e incrementarla en sentido opuesto, de la vaca hacia el ambiente; b) las ganancias de calor del animal se aligeran proveyendo sombras y delimitando la radiación directa e indirecta; c) las pérdidas de calor del animal se incrementan ampliando la velocidad del aire, mediante el agua de bebida y de la evaporación de agua, ya sea en forma directa o indirecta.

2.-JUSTIFICACIÓN

Mexicali, Baja California, por su escasa precipitación anual (~ 85 mm/año) y localización (36° 26' N, 115°11' O), presenta un clima desértico cálido, de acuerdo con los criterios de la clasificación climática de Köppen. La temperatura en invierno puede ser inferior a 3° C y en verano supera los 45°C. En el distrito de riego No. 14 del Río Colorado, al que pertenece el Valle de Mexicali, se desarrollan diferentes actividades pecuarias, ocupando el primer lugar los bovinos de engorda y lecheros, que se crían en corral y en praderas artificiales de zacate "Rye-grass" para pastoreo durante el ciclo agrícola invierno-primavera.

Dicho clima en verano es extremadamente caluroso, pues las temperaturas diurnas máximas llegan a superar los 45°C prácticamente todos los días de la estación y pueden alcanzar valores térmicos de hasta 48°C e índices de calor superiores a 60°C cada año; las noches son cálidas y en ocasiones calurosas, llegando a superar los 30°C. El invierno es suave y fresco, rara vez se presentan heladas; los sistemas frontales generan la mayor parte de la escasa lluvia que cae en la ciudad y las temperaturas nocturnas no suelen bajar de 3° C, a la vez que las diurnas generalmente no superan los 25° C.

En todo el estado de Baja California quedan aproximadamente 45 productores de leche que abastecen a las grandes pasteurizadoras de la región, las cuales son Jersey, Lala, Azucena e Imperial. La producción de leche se destaca por ser muy estacional debido a la gran variabilidad climática que ocasiona grados

de estrés en los animales y, por consecuencia, mermas en la producción de leche. Las condiciones ambientales presentes en las zonas áridas generan estados de estrés calórico en el animal, demandando un reajuste en su fisiología y actividad física para regular su temperatura corporal, disminuyendo su desempeño productivo. Se han generado estudios acerca de la respuesta animal a temperaturas altas, pero son en su mayoría en la raza Holstein. Por otro lado, es importante reconocer que el registro del peso al nacer y al destete es una actividad primordial debido a que una de las principales fuentes de ingresos es la venta de becerros al destete.

3.- OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del sexo (macho, hembra), mes de nacimiento (agosto, septiembre) y raza (Holstein y Jersey) sobre el peso al nacimiento y el desempeño pre-destete de terneros nacidos en un establo lechero comercial del Valle de Mexicali, Baja California.

3.2. Objetivos específicos

Evaluar en terneras y terneros las siguientes variables:

- Peso al nacimiento
- Peso al destete
- Ganancia diaria de peso
- Ganancia total de peso
- Determinar el grado de estrés calórico mediante el índice de temperatura y humedad presente durante el experimento y su influencia en las variables mencionadas anteriormente.

4.- HIPOTESIS

- Los terneros raza Jersey y Holstein presentan similar comportamiento productivo (peso al nacimiento, peso al destete y ganancia total de peso pre-destete) cuando se encuentran bajo condiciones climáticas de estrés calórico en verano en una zona árida del norte de México (Mexicali, Baja California).

5.- REVISION DE LITERTURA

5.1.- Cambio climático global en la historia de la Tierra

La fuente de energía más importante para que funcione el sistema climático es el Sol. La forma casi esférica de la Tierra hace que no llegue la misma energía del Sol a todo el planeta, siendo una característica determinante de los diferentes climas en nuestro planeta. También interviene la altura a partir del nivel del mar, las zonas montañosas que las pueden rodear y la distribución de los cuerpos de agua en su entorno. Además, debido al movimiento de rotación, se presentan el día y la noche, con condiciones de temperatura diferentes. La Tierra también se traslada alrededor del Sol, presentando diferente distancia entre nuestro planeta y el Sol, y cantidad de energía proveniente del mismo. La Tierra se encuentra más cerca del Sol en el mes de marzo que en el de junio, como se muestra en la Figura 1. No obstante, existe más calor en verano durante los meses de junio a agosto debido a que la Tierra encuentra inclinada hacia el Sol en el Hemisferio Norte donde se encuentra México mientras que su Hemisferio Sur está más alejado. El cambio en el clima global ocurre desde hace más de 100 años porque se asocia con las actividades humanas como son quema de combustibles fósiles durante los procesos industriales; en nuestro planeta se dio desde la llamada Revolución Industrial. Los gases producidos por estas actividades se liberan a la atmósfera y cambian su composición. Igualmente, desde esta época se ha dado un proceso acelerado de pérdida de bosques y vegetación en regiones muy amplias de nuestro planeta (Gay, 2006).

Órbita de la Tierra alrededor del Sol

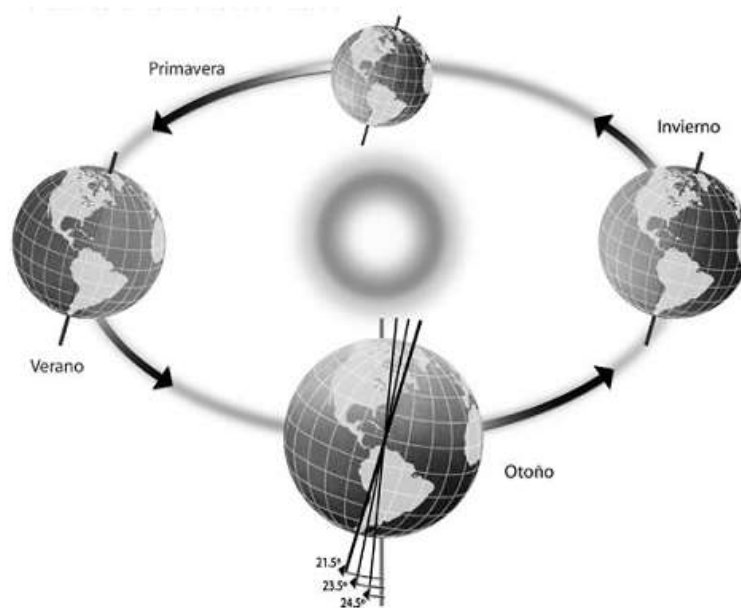


Figura 1. La Tierra se encuentra más cerca del Sol (Gay, 2006).

La combinación de estos dos procesos ha convencido a la mayoría de los científicos de todos los países del mundo que se está produciendo un cambio en el clima planetario cuyos efectos se han observado y seguramente se observarán, no en millones de años (Gay, 2006).

Según el Diario El Planeta (2016), los años 2014 y 2015 establecieron el récord como los años más calientes desde que se comenzó a medir la temperatura en el planeta hace aproximadamente unos 150 años. De Junio de 2015 a Mayo de 2016 fueron los 12 meses más calientes registrados. Este fenómeno se repitió a lo largo de los 12 meses vuelta atrás hasta Septiembre de 2015, según los datos globales de superficies compilados por Kevin Cowtan y Robert Way.

5.2.- El animal, su ambiente y caracterización del ambiente calórico

Desde hace varias décadas se ha proporcionado gran importancia al clima y su interacción en la producción del ganado lechero y en general en la producción bovina, definiéndose como el principal factor determinante en la producción animal por su aledaña relación en la conformación de los diferentes procesos físicos y químicos realizados por el animal como respuesta al entorno climático que lo rodea (Johnson, 1987).

Las variables climáticas que más influyen y que causan bajas en los parámetros productivos como ganancia de peso, peso al destete y el número de terneros vivos al destete son la temperatura, humedad relativa y la ventilación. Ante gradientes de temperaturas extremas, los terneros sufren perturbación en cuanto a su eficiencia de conversión alimenticia (Roy, 1972). De igual manera, estas variaciones climatológicas drásticas que interactúan con los terneros pueden perjudicar la eficiencia de absorción de calostro, provocado por el incremento del porcentaje de corticoides sanguíneos, los cuales ocasionan disminución de la permeabilidad de la pared intestinal a moléculas calostrales, por lo tanto, se inhibe la absorción de inmunoglobulinas (Igs), compuestos responsables de la transmisión de anticuerpos de la vaca al ternero. De dichas inmunoglobulinas se deriva la principal línea de defensa contra agentes patógenos, y los terneros que no adoptan una adecuada cantidad de absorción de calostro tienden a experimentar mayor porcentaje de morbilidad y mortalidad, repercutiendo proporcionalmente en el estado económico de la exploración lechera (Stott *et al.*, 1976).

5.2.1.- Concepto estrés calórico

Algunos autores como Johnson (1980) y Buffington (1981) lo definen como la combinación de factores medio ambientales “temperatura, humedad, viento y radiación solar”, que producen que la temperatura corporal del animal se incremente por arriba de la zona termoneutral como consecuencia de los cambios en la tasa metabólica y los requerimientos para mantenimiento, incrementándose la pérdida de agua por evaporación y la tasa respiratoria, de igual manera en modificaciones de la concentración de hormonas en la sangre y en la redistribución del total del fluido sanguíneo. El confort de la vaca lechera es el factor más significativo y el que más interviene en que pueden aumentar o bien disminuir la producción y el rendimiento de leche.

5.2.2.- Zona termoneutral y normotermia

La temperatura es el elemento que más interviene en la homeostasia de la vaca, de tal manera que se considera importante en la determinación de estrés calórico en determinada zona geográfica (Avendaño *et al.*, 2007). La zona termoneutral comprende la zona óptima para la producción de leche, la cual se define como el rango de temperatura ambiente en que el animal puede mantener la temperatura corporal entre del rango normal para su especie con el mínimo esfuerzo, tomando en cuenta la velocidad del viento, la radiación solar y porcentaje de humedad del aire, ya que pueden modificar sus umbrales; ésta se considera para bovinos lecheros de 5 a 25 °C (Johnson, 1965).

En dicha zona se pueden distinguir tres subzonas: 1) la “zona óptima” corresponde a aquella donde la productividad, la eficiencia y el rendimiento son máximos; 2) por debajo de la zona óptima existe una “zona fría”, donde el animal utiliza mecanismos fisiológicos y posturales para conservar el calor y la tasa metabólica permanece constante; 3) por encima de la zona óptima existe una “zona cálida”, donde el animal aumenta la pérdida de calor sin gasto energético añadiendo vasodilatación periférica y aumento del área efectiva (Martínez, 2006).

En bovinos lecheros la temperatura corporal ideal normotermia (considerada normal) oscila entre los valores 38.4 a 39.0° C (Hansen., 1992); en cuanto la temperatura corporal aumenta, el animal se encuentra en estado de hipertermia, lo cual afecta el sistema nervioso central e incluso llevar a su muerte incrementos de 3 a 6° C arriba del rango de normotermia (Bianca, 1972).

El aumento de la actividad respiratoria es usualmente el primer síntoma como respuesta al estrés por calor de manera que los bovinos incrementan la frecuencia y existe un declive en la polipnea térmica (profundidad respiratoria), para incrementar las pérdidas de calor mediante las vías altas del tracto respiratorio. Si el mecanismo no es suficiente, se producirá un incremento en la temperatura rectal, lo cual causa efectos negativos sobre las variables productivas (ganancia de peso vivo, condición corporal, producción de leche) y reproductivas (Mc Dowell *et al.*, 1976).

Los parámetros establecidos para la frecuencia respiratoria basal en bovinos oscila entre los valores de 20 a 40 respiraciones por minutos (r.p.m.) (Seath y Miller, 1946; Thomas y Pearson, 1986). La frecuencia respiratoria de los bovinos se mantiene estable (20 r.p.m.) a un nivel mínimo en 16° C; a temperaturas superiores esta frecuencia aumenta gradualmente (Castaño, 1995), ya que incrementos que sobrepasen de 40 r.p.m. son considerados como polipnea térmica para ejecutar el enfriamiento del cuerpo mediante pérdidas evaporativas por el tracto respiratorio.

Los cambios fisiológicos termorregulatorios de los animales pueden provocar una baja sobre la producción, y las consecuencias reportadas con mayor incidencia son: desvío de la energía hacia mantenimiento de temperatura corporal mediante la activación de sistemas corporales, cambios en el ritmo de secreción hormonal, lo cual modifica los índices metabólicos y baja del consumo de alimento, provocando disminución en ganancia de peso y reducción en la producción (Alzina *et al.*, 2001).

5.2.3.- Temperatura crítica máxima

Cuando la temperatura ambiente sobrepasa la zona termoneutral, ocasiona que aumente la tasa metabólica, incrementándose las pérdidas evaporativas y el aislamiento térmico de los tejidos es mínimo (Silanikove, 2000). Aquí el animal activa sus mecanismos de defensa como la sudoración, la vasodilatación periférica y el aumento de la frecuencia respiratoria, para así tratar de conservar la temperatura interna normal (Bianca, 1972).

La temperatura ambiente óptima para terneros oscila entre 13 a 26 °C cuando el aire se encuentra estable, por otro lado por encima de 26 °C, deben quemar más energía para expulsar el calor del cuerpo sudando y aumentando la frecuencia respiratoria y reduce su ingesta de alimento. Una consecuencia adicional que los terneros pueden experimentar un aumento en la temperatura corporal (40 a 43 °C puede significar terneros muy enfermos) deshidratación rápida y un sistema inmunológico debilitado, movimiento reducido, menor consumo de alimento, mayor consumo de agua, respiración rápida y con boca abierta, falta de coordinación, entre otras (Broadwater, 2017).

En terneros del nacimiento a la tercera semana de edad, la temperatura crítica máxima es 10 °C; ante una temperatura superior a ésta, en lugar de seguir utilizando su energía para crecer emplea mayor porcentaje para termorregular su temperatura. Posteriormente, la temperatura crítica máxima disminuirá paulatinamente con respecto a la edad del ternero, tolerando un valor de 7 °C a las 12 semanas de edad del animal (Preston, 1969).

Johnson (1987) mencionan que existe desigualdad en cuanto la temperatura crítica máxima entre razas lecheras *Bos taurus*, ya que el valor crítico máximo para la raza Holstein son 21 °C. Por otro lado, para la raza Jersey se asigna un valor de 24 °C, por lo que de acuerdo con estos autores la raza Jersey puede soportar mayores temperaturas ambientales. En otros estudios, la raza que expresa una mayor tolerancia a gradientes más altos de valores críticos máximos es la Jersey, en segundo lugar la raza Guernesey, en tercer lugar la Ayrshire y en último lugar la Holstein (Legates *et al.*, 1991).

5.2.4.- Temperatura mínima

En terneros es de suma importancia mencionar que pueden soportar temperaturas ambientales bajas, con valores considerables incluso bajo cero, sin que se vea afectado el desarrollo de su crecimiento o se rompa la triada ecológica ocasionando una patología. Todo esto siempre y cuando la humedad relativa presente sea baja y no haya presencia de corrientes de aire (Bickert y Hert, 1985).

5.2.5.- Humedad Relativa

La humedad relativa por sí sola no es un factor considerado importante, de tal manera que las recomendaciones en cuanto al tema son escasas, solo es suficiente contar con una adecuada ventilación y vías de escape para mantenerla similar a la humedad relativa externa (Sainsvury y Sainsbury, 1979). Por otro lado, en conjunto con otros factores ambientales como con altas temperaturas, toma importancia por que promueven la capacidad de percepción de frío por parte del ternero. La influencia de estas dos variables ocasiona la condensación del sudor del ternero sobre la piel empapándolo, posteriormente, al minimizarse la temperatura, el sudor se evapora de manera rápida lo cual provoca un drástico enfriamiento del cuerpo del ternero (Webster, 1996). Así, la cantidad de humedad presente en el aire se convierte en un elemento significativo para el mantenimiento de la homeostasis del animal (Bohmanova *et al.*, 2007).

5.2.6.- Índice Temperatura y Humedad

El Índice Temperatura y Humedad (ITH) es un indicador significativo que nos muestra el grado de estrés calórico, igualmente nos muestra que el estrés calórico no solo es influenciado por los gradientes de temperatura, sino que también es dependiente de porcentaje de humedad presente en el ambiente. En ambientes con factores climáticos que presenten valores altos en temperatura, humedad relativa y variaciones drásticas de ellos inducirán a la manifestación de estrés calórico (Leyva *et al.*, 2009).

Ambientes con altos porcentajes de humedad dificultan la mitigación del calor de un organismo o de un cuerpo; el ITH se ha desarrollado para indagar y evaluar el grado de estrés en contraste a diferentes valores de humedad relativa y temperatura, así mismo el efecto que causa sobre la producción de vacas lecheras, el cual le puede señalar al productor que tan severo es el estrés presente en sus animales asociándolo a diferentes rangos de ITH. Dicho método fue desarrollado por Thom en 1959. Un método muy común utilizado para calcular unidades de ITH es la fórmula propuesta por Hahn (1999):

$$\text{ITH} = (0.81 \times \text{TA}) + \text{HR} (\text{TA} - 14.4) + 46.4$$

Para que una vaca lechera Holstein en producción esté en confort, el ambiente de su entorno que la rodea debe de presentar valores de ITH que oscilen entre 35 a 70 unidades, debido que el valor estimado como límite para una óptima producción de leche es de 72 (Johnson *et al.*, 1961) unidades. De manera que las vacas altamente productoras, dado que producen niveles más altos de calor

por la gran cantidad de alimento consumido, manifiestan mayor susceptibilidad a las variaciones drásticas de temperatura, lo cual ocasiona pérdida de energía en el metabolismo del animal al tratar de regular su temperatura, asimismo disminución en la producción láctea. Armstrong (1994) menciona que una vaca dentro de un ambiente con valores de ITH menores a 71 unidades se encuentra libre de estrés. Por otro lado, si superan este valor dentro de un rango de 72 a 79 unidades, la vaca comenzará a percibir un grado ligero de estrés. Conforme aumentan las unidades de ITH, mientras que superando el valor de 80 a 89, se considera moderado y de 90 a 98, el estrés será severo, como se representa en la Figura 2.

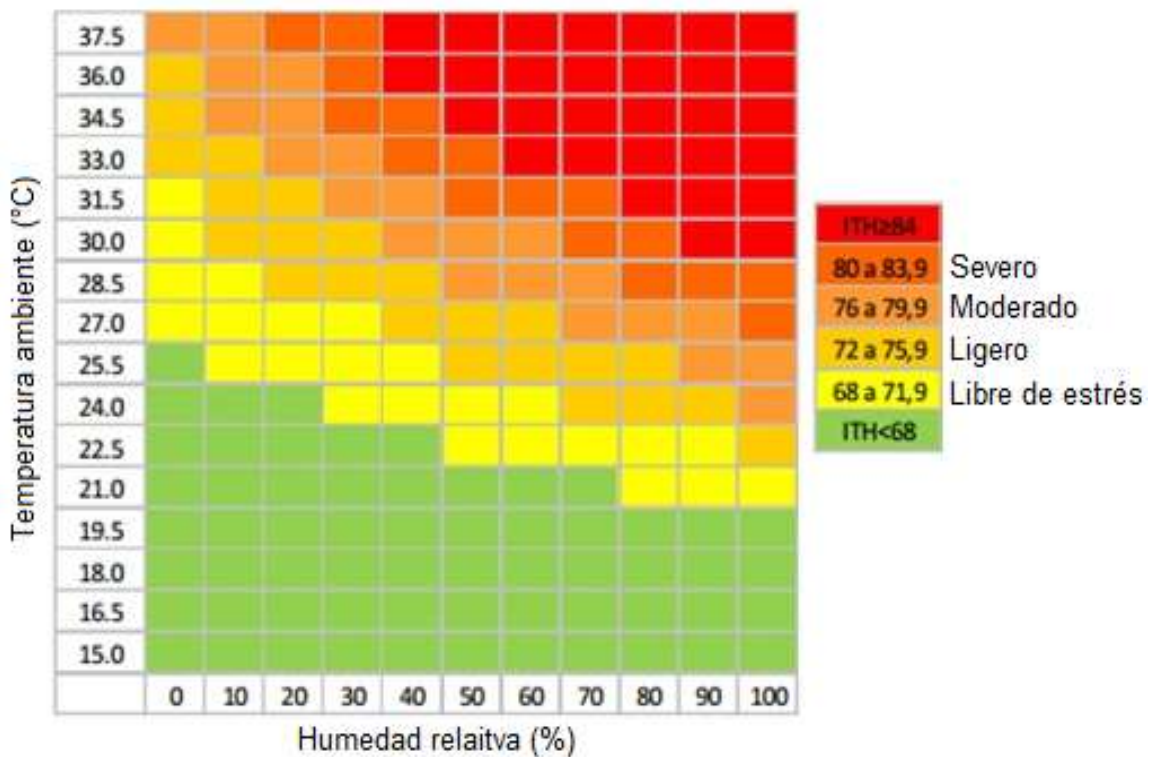


Figura 2. Grado probable de severidad de estrés en diferentes rangos de ITH (Adaptado de Amstrong, 1994 e INTA, 2015).

Esta figura indica el grado probable de severidad de estrés por calor en diferentes rangos de ITH (adaptado de Armstrong, 1994) de acuerdo al Instituto de Clima y Agua (INTA, 2015).

En terneros lecheros, la presencia de alta temperatura ambiente y humedad puede impedir el desarrollo de la crianza deseable y generar mayor incidencia de infecciones. Un ITH de 72 unidades o más puede causar molestias debido a que el jadeo de los terneros y la sudoración no enmiendan este estrés, aumentando las necesidades energéticas de los terneros, que deben ser apoyadas por una nutrición adecuada. A medida que los terneros tratan de mantener la temperatura corporal, la respiración aumentada y la sudoración dan lugar a pérdidas de agua que tienen que ser reemplazadas, la ingesta de agua aumenta en consecuencia, siendo importante para la salud de los terneros este estado porque también se afecta la ingesta de materia seca y el crecimiento (Chester, 2017).

5.3.- Efectos en la producción del estrés calórico

En regiones áridas, como lo es Mexicali, Baja California, la producción de leche es caracterizada por ser muy estacional a causa de inestabilidad en las temperaturas ambientales durante el año (Anzures *et al.*, 2015). Los cambios ambientales drásticos ocasionan bajas en la eficiencia productiva del ganado lechero debida a las fuertes circunstancias climáticas durante el verano, las cuales influyen inclusive en un 25% de disminución de la producción lechera (Schneider, 1984; Anzures *et al.*, 2015). Dichas condiciones ambientales

generan estados de estrés calórico en el animal, demandando un reajuste en su fisiología y actividad física para regular su temperatura corporal, disminuyendo su desempeño productivo. Adicionalmente se afecta la tasa de respiración, temperatura corporal y el consumo voluntario de alimento (West, 2003).

El estrés calórico en una vaca en durante el último tercio de gestación puede tener muchos efectos a corto y largo plazo en su ternero. Los estudios de investigación sobre los efectos del estrés térmico tardío de la gestación en los terneros han demostrado menor peso al nacimiento debido a una menor duración de la gestación y / o efectos directos en el desarrollo fetal e ingesta de alimento iniciador reducida. Se observó que terneros de vaquillas sin estrés por calor consumieron mayor cantidad de alimento iniciador a las 8 semanas de edad en comparación con los terneros de las vaquillas sometidas a estrés calórico; también se observó menor tasa de crecimiento, ya que el peso corporal a esa misma edad por parte de los terneros de vaquillas bajo estrés calórico sufrieron deterioro de la función de la placenta como la reducción de oxígeno disponible para el feto, alteración de la captación y utilización de glucosa y ácidos grasos (Monteiro *et al.*, 2013). Asimismo, las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y beta hidroxibutirato (BHB) fueron mayores en terneros de vaquillas bajo estrés calórico después de 32 d de edad, a su vez, esto coincidió con una ingesta significativa de iniciadores, lo que sugiere aumento de la glucosa y disminución de la utilización de ácidos grasos en comparación con los terneros de las vaquillas no sometidas a estrés térmico, alteración de las funciones inmunitarias pasivas y

mediadas por las células, mayores servicios por concepción y disminución de la producción de leche en la primera lactancia de las madres (Monteiro *et al.*, 2016).

Se ha notificado que el estrés calórico induce la producción de radicales libres derivados del oxígeno los cuales se asocian a algunos efectos negativos como son alta tasa respiratoria y temperatura corporal, bajo consumo de alimento, aumento de problemas metabólicos y una disminución considerable en los parámetros productivos, reproductivos y resistencia e inmunidad a diferentes patógenos (Bernabucci *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2005). El comportamiento del ganado lechero a gradientes ambientales extremos ya se encuentra bien identificado por los ganaderos, pues dichos ambientes excesivos influyen negativamente sobre el animal afectando su expresión de potencial productivo. Los efectos del clima sobre los animales intervienen en los cambios metabólicos, fisiológicos y de comportamiento, además son acentuados en relación a factores como: raza, edad, nivel productivo y características individuales (Johnson, 1987).

El calor causa efectos desfavorables sobre la producción de leche y en la reproducción, presentándose con mayor incidencia en animales de potencial productivo alto (West, 2003). Mientras que el frío afecta considerablemente a animales recién nacidos, en especial si el manejo del hato es deficiente, por el contrario, en animales adultos en periodo de producción son menores las consecuencias (LeDividich, 1992). Por otro lado, la adaptación a las condiciones ambientales inestables implica diversos cambios en los

requerimientos nutricionales particularmente energéticos de mantenimiento (NRC, 1981). En respuesta a circunstancias de estrés calórico, la producción lechera se reduce de forma prácticamente lineal con el aumento de temperatura, cuando el estrés por calor es de corta duración u oscilante, los resultados sobre la producción son más graves que si se alcanza una situación estable de altas temperaturas que consienta una adaptación de larga duración (Alnaimy *et al.*, 1992; Forbes *et al.*, 1995).

Los efectos negativos del estrés calórico ante la producción de leche son atribuidos a una gama de situaciones tales como: incremento del gasto energético de mantenimiento, disminución del consumo de materia seca, incremento de pérdida de agua y minerales, modificación del flujo sanguíneo a los órganos, así como cambios bioquímicos y hormonales (Martínez, 2006).

Cuadro I. Efectos de los cambios ocasionados por el estrés por calor sobre la producción

Reducción del consumo de Materia Seca	Menor disponibilidad general de nutrientes
Jadeo	Aumento del gasto energético de mantenimiento alcalosis respiratoria y acidosis metabólica compensatoria
Sudoración y polirrea	Pérdida de minerales
Vasodilatación periférica	Menor flujo de sangre a vísceras
Cambios hormonales	Menor productividad

Fuente: (Martínez, 2006)

5.3.1.- Incremento del gasto energético de mantenimiento

El gasto energético debido al jadeo se incrementa usualmente de forma exponencial, iniciando a los 21° C y presume un incremento de las necesidades de mantenimiento en alrededor de 30% sobre el metabolismo basal a una Temperatura Ambiente Efectiva (TAE) de 40° C. Este gasto se relaciona con la TAE media diaria del mes, el incremento de calor ocasionado por el trabajo de la actividad muscular al jadear se incorpora al calor total que el organismo debe disipar (Cornell, 1990; NRC, 1996). Los requerimientos energéticos en vacas bajo estrés por calor son significativamente más altos y comparativamente este aumento es asociado con el incremento del ritmo respiratorio, que a temperatura de 32° C es 2.5 veces más acelerado que a 21°C (McDowell, 1969).

5.3.2.- Disminución del consumo de materia seca

Un efecto de la disminución del consumo de materia seca por acción de las altas temperaturas es la disminución de la motilidad del tracto digestivo, que provoca un efecto de llenado y el consumo mínimo de energía es compensado a corto plazo por un incremento de la digestibilidad debido a la menor velocidad de tránsito; no obstante, las vacas sometidas de forma prolongada a elevadas temperaturas presentan una digestibilidad ruminal similar a la de vacas a temperaturas termoneutrales (Sánchez *et al.*, 1994; Bernabucci *et al.*, 1999).

El efecto de bajo consumo se ve mayormente expresado por vacas multíparas cuando se encuentran a mitad de su lactancia. La ingesta de alimento se reduce y la cantidad de estos nutrientes consumidos empleados para crecimiento es menor (Broadwater, 2017). En cuanto a vacas primíparas, recién paridas y a las que se encuentran en el último tercio de lactación, reflejan muy poco este problema porque su producción y requerimientos son menores (West, 1999), como se observa en el (Cuadro 2).

Cuadro II. Influencia del ambiente por semana en consumo de materia seca.

Categoría	T °C Media	H R (%) Media	T °C Mínima	Frío Nocturno	Ajuste kg/día	
					Primíparas	Multíparas
Termoneutralidad y Frío Nocturno	10-18	0-100	Si<10	Si	0	0
Termoneutralidad, Frío Nocturno y Baja Humedad	10-18	0-70	Si≥10	No	-0.2	-0.3
Termoneutralidad, Frío Nocturno y Alta Humedad	10-18	71-100	Si≥10	No	-0.6	-0.8
Frío	<10	0-100	No	No	0.02	0.03
Calor Con Frío Nocturno y Baja Humedad	>18	<65	Si≥15	Si	-0.2	-0.3
Calor Sin Frío Nocturno y Baja Humedad	<18	<65	≥15	No	-0.05	-0.07
Calor Con Frío Nocturno y Alta Humedad	<18	≥65	Si<15	Si	-0.8	-1
Calor Sin Frío Nocturno y Alta Humedad	<18	≥65	Si>=15	No	-2.1	-3.2

Fuente: (Adaptada de Roseler *et al.*, 1997)

Es probable que las vacas sufran acidosis ruminal subclínica debido a que la función ruminal es alterada, especialmente a causa de la reducción inicial de la motilidad, la producción de ácido por unidad de alimento fermentado es mayor y el pH más bajo; de igual manera, el tiempo dedicado a la rumia e insalivación es

menor reduciendo el reciclaje de tampones salivares al rumen; por último, todo esto puede verse agravado por el suministro de raciones menos fibrosas o muy concentradas (Sánchez, 1994).

Cuando la temperatura del entorno es drásticamente alta, los animales pueden encontrarse bajo estrés por calor, en consecuencia, su consumo de materia seca se reduce, así como el rendimiento lechero. Esta reducción comienza cuando la temperatura supera los 26 °C, mientras que a temperatura de 30 °C el consumo es 90% con relación al normal, y a los 32 °C es de 75%; cuando el ambiente se encuentra aun más intenso presentando valores de hasta 37 °C, esta reducción se vuelve del 65%. La reducción del consumo es a causa de la disminución de apetito del animal, causándole menor disponibilidad de nutrientes en el tracto digestivo que podrían utilizar, ya sea para crecimiento o producción, así mismo ve afectada la salida de nutrientes del sistema digestivo (Shearer y Beede, 1990).

El animal, mediante la reducción en el consumo de alimento, pretende disminuir la producción de calor ocasionada por la fermentación del alimento en el rumen, y de igual manera el originado mediante la actividad física. El efecto de la temperatura ambiente ante la ingesta de alimentos es inmediato, presentándose el mismo día de manifestación. Por encima de 18° C el consumo comienza a descender, y a partir de 30° C se declina drásticamente, de forma que a 40° C el consumo no logra el 60% del valor en la zona termoneutral (NRC, 1981; NRC, 1987).

La función de fijación de nutrientes se ve perjudicada porque el consumo de materia seca es menor, y aunque la digestibilidad es superior debido a una mayor permanencia del alimento en el tubo gastrointestinal, la absorción de nutrientes en cantidad adecuada no es constante en el rumen ni en tubo gastrointestinal (Beede y Collier, 1986).

5.3.3.- Requerimientos de agua, pérdida de agua y minerales

En climas cálidos el agua es un nutriente o factor considerablemente significativo para el ganado lechero, ya que la pérdida de 5% del agua corporal es fatal (Beede, 1992). El animal, para presentar una temperatura corporal normal lo cual significa mantener la homeostasis, requiere contar con un equilibrio interno de diferentes factores entre los que comprenden: termorregulación, balance del sistema circulatorio y del sistema respiratorio, equilibrio químico del agua, compuestos carbonados y electrolitos, así como funciones corporales apropiadas de termorregulación y balance calórico. La sudoración, el jadeo y la polirrea salivar presumen un incremento considerable en las necesidades hídricas, pues el organismo pretende remediar disminuyendo la excreción fecal de agua; por otro lado, el incremento en consumo de agua es lineal con la temperatura en relación a 1.2 L por cada grado centígrado de elevación de la temperatura ambiente mínima diaria (Murphy, 1992).

La polirrea salivar se presenta cuando se ocurre una pérdida de agua de hasta 18 kg/día. Una vaca en ambiente de 32 °C, mediante el mecanismo de sudoración, puede llegar a perder 150 gr/m² en un lapso de una hora, lo que a su vez puede ocasionar detrimentos en los porcentajes de minerales en el cuerpo del animal que pueden llegar a ser de 50 a 80 gr/día, mientras que por jadeo presenta pérdidas de hasta 90 gr/ m² en una hora de (Schneider, 1984).

En terneros lecheros se ha encontrado que la ingesta de agua se incrementa como respuesta a altas temperaturas ambientales. Pero la cantidad de agua que necesitan los becerros no sólo depende de las condiciones ambientales, sino también la cantidad de inclusión de dieta, cantidad de leche o sustituto de leche y de la ingesta de iniciador. La ingesta de agua está estrechamente relacionada con la ingesta de iniciador, que a su vez impulsa el desarrollo ruminal (Chester, 2017).

La alta biodisponibilidad de P endógeno reciclado, hasta del 80%, a través de la saliva (Valk, 2003) hace que la pérdida por la polirrea afecte negativamente ante la cantidad total disponible para su absorción intestinal. La absorción de P en el sistema porta disminuye 50% en vacas bajo estrés térmico (Sánchez, 1994). Por otro lado, el Na, además de pérdidas por sudoración, experimenta sucesos adicionales que influyen negativamente ante su nivel plasmático, ya que aumentan pérdidas urinarias en el intercambio renal para conservar el nivel de K. La concentración de ácidos grasos volátiles durante estrés por calor es reducida por la menor ingesta, y como consecuencia una fracción de la absorción activa de Na a nivel rumen disminuye. Asimismo, el Cl y Mg

dependen del Na para ser absorbidos (Schneider, 1986). El nivel de Ca iónico sanguíneo disminuye, presumiendo que es capturado y fijado por las proteínas del plasma cargadas negativamente por haber cedido protones para contrarrestar el incremento del pH sanguíneo a causa de la alcalosis respiratoria, lo que empeora el desequilibrio ácido-básico que ocurre durante el estrés por calor (Sánchez, 1994).

El consumo de agua con respecto cada unidad de materia seca ingerida por el ganado lechero en una zona con temperaturas que oscilen entre -12 a 4 °C es normal, mientras que ante variables mayores a este rango el consumo aumenta proporcionalmente (Winchester y Morris, 1956). El suministro adecuado de agua a los animales bajo influencia de estrés por calor es muy significativo, ya que ésta les ayuda a termorregular su temperatura por ser un vehículo para disipar el calor mediante jadeo y la sudoración, favoreciendo el enfriamiento total del animal (Beede, 1992). También cabe mencionar que, ante mayor porcentaje de materia seca en el rumen, éste acelera su vaciado, minimizando el efecto de llenado, el cual es ocasionado por la baja velocidad de tránsito de los nutrientes (Silanikove, 1992).

Las necesidades hídricas de un animal expuesto a gradientes altos de temperatura acompañados de humedad son mayores en una relación de 1.2 a 2 veces de lo normal, debido a que experimentan estrés térmico (Beede, 1992). Debe considerarse que el agua de bebida provista a los animales cuente con las características óptimas, entre las que destacan la temperatura, la cual no debe rebasar los 30°C (Huber 1995), los depósitos de agua preferentemente de

volumen pequeño para que faciliten un llenado rápido, así mismo deben de estar distribuidos en lugares bajo sombra y de fácil acceso para el animal, así como para que el personal facilite sus labores de limpieza y desinfección, porque éstas deben ser constantes para lograr un mejor control de agua fresca y apetecible (Beede,1992).

5.4.- Crianza de terneros del nacimiento al destete

El propósito de la cría del ganado lechero es mejorar los parámetros productivos y reproductivos mediante manejo genético y reproductivo, en los cuales sus descendientes posean cualidades hereditarias para producir la máxima cantidad de leche y mejor calidad; de igual manera presenten un desarrollo corporal óptimo de acuerdo a su raza y especie. Integrado a esto un manejo adecuado a los animales, ellos expresarán al máximo su capacidad productiva (Cuadro III). Desde la perspectiva económica, los mejores animales presentan mayores ganancias (Basurto, 1998).

Cuadro III Curva de crecimiento de ganado Holstein.

Edad (meses)	Rangos de peso (Kg)	Rango de altura (cm)
0	39 a 45	74 a 76
1	59 a 70	81 a 84
2	77 a 95	85 a 89
3	102 a 119	89 a 94
4	123 a 145	94 a 99

Fuente: (Basurto, 1998)

En el desarrollo de animales sanos altamente productivos se deben tener metas claras, basadas en los parámetros ideales de la raza con la que se trabaja, con los cuales vamos a comparar peso al nacer, peso al destete y ganancia diaria de peso de los terneros del rancho. Esto nos puede ayudar para planear metas de mejoramiento posibles mediante la utilización de los recursos disponibles, de manera que, en un tiempo determinado, tener los animales que se desean en el rancho (Iñiguez, 2013).

Los principales objetivos de un programa de crianza de vaquillas son:

1. Mejorar los aspectos genéticos en el hato, incrementar la productividad lechera y aumentar la precocidad sexual en las vaquillas.
2. Ayudar a realizar un índice de selección para seleccionar hembras de mayor calidad genética por medio de los resultados obtenidos en los registros
3. Ayudar a llevar un control del hato y de las actividades que se realizan.
4. Expresar un diagnóstico mediante gráficas realizadas de los resultados obtenidos.
5. Permitir que el hato se considere como una empresa individual y tenga una generación específica para el manejo de estas vaquillas.
6. Ayudar a planear y prevenir, lo cual es una actitud más rentable que tratar de resolver un problema de prisa sin bases (Bailey, 1994).

5.4.1. Alimentación del ternero

- **Alimentación con calostro**

El calostro es una combinación de secreciones lácteas y de constituyentes sanguíneos que se acumulan en la glándula mamaria durante el parto (Medina, 1994). Este es producido en las primeras 48 horas después del nacimiento (Playford, 2000). A diferencia de la leche normal dentro de su conformación nutricional, el calostro contiene una cantidad superior de proteínas y sustancias minerales, en cuanto a sus características físicas es más denso y amarillo (Henderson, 1950). Es especialmente rico en inmunoglobulinas y péptidos antimicrobianos (lactoferrina y lactoperoxidasa), de igual manera contiene elementos como otras moléculas bioactivas, incluyendo factores del crecimiento, éste es la primer leche producida durante la lactación en sus inicios después del nacimiento del ternero (Playford, 2000).

La inmunidad que se proporciona a los terneros recién nacidos por la inmunidad pasiva proveniente del calostro ingerido es absorbida durante las primeras 24 h de vida (Elizondo, 2009). Es esencial la ingestión de un porcentaje adecuado de calostro (Inmunoglobulinas G IgG) con las cuales se favorecerá la salud, la resistencia y por lo tanto la supervivencia del ternero recién nacido (Palombi y Paolucci, 2013). Al momento del parto, los terneros nacen hipoglobulinémicos o agammaglobulinémicos, por lo que la absorción de porcentajes deseados de Igs del calostro antes del cese del transporte macromolecular a través del intestino es fundamental para que los terneros adquieran inmunidad pasiva (Hopkins y

Quigler, 1997). Es recomendado la ingestión de 4 L de calostro entre la cuarta y sexta hora después de parto; una posible razón por la que pudiese ocurrir esta falta de transferencia pasiva es por baja ingesta de calostro debido a la falta de voluntad de los terneros a consumir la cantidad recomendada (Vasseur, 2009). Se ha establecido que los terneros recién nacidos que son alimentados en las primeras horas después del nacimiento presentan una mayor resistencia. Fue hasta 1921 que los anticuerpos se relacionaron con las globulinas de calostro, determinándose que éstas fueron absorbidas en gran cantidad entre 24 a 36 horas después del nacimiento (McCoy, 1969). Se ha insinuado que la falta de transferencia pasiva en ganado lechero podría ser disminuida en gran medida asegurando un consumo de 3 a 4 L de calostro fresco o refrigerado dentro de las primeras 24 horas de vida (Hopkins y Quigley, 1997).

Stott *et al.* (1976) mencionan que variaciones climáticas drásticas pueden perjudicar en el proceso de absorción de calostro en la pared intestinal, lo cual afecta directamente la mortalidad de terneros, produciendo pérdidas económicas considerables por estas muertes y en las medidas de sanidad empleadas para reducir las mortalidad (Irwin, 1974). Si a 24 h de nacido el ternero no ha recibido calostro, la probabilidad de sobrevivencia se reduce notablemente. Estas pérdidas pueden fluctuar entre 5 y 50%, asociándose a estos resultados diversos factores entre los que destaca el tiempo transcurrido desde el momento de nacimiento hasta la primer ingesta de calostro, así como el cuidado y las medidas sanitarias empleadas en la crianza de los terneros (Collar, 2010).

- **Alimentación con leche**

Durante los primeros días de vida los terneros demandan una alimentación especial, ya que su sistema digestivo, en particular el rumen, no se encuentra completamente desarrollado y la secreción de algunas enzimas pancreáticas es restringida. Tomando en cuenta la poca habilidad del ternero para digerir alimento y absorber nutrientes, la leche es un alimento ideal (Medina, 1994).

Renner (1989) recomienda proporcionar a los terneros durante su lactancia para el caso de leche entera, calostro o sustituto de leche, una cantidad total que represente 10% de su peso corporal, realizándolo en 1 o 2 tomas al día; en cuanto a suero de queso, este mismo autor recomienda utilizar hasta 20%.

Un ternero con peso de 30 kg o menos, en sus primeros días de vida, debe consumir de 2 a 4 L de leche al día; de igual manera no se le debe proporcionar más de ésta cantidad. Algunos autores consideran como norma que se proporcione 1 kg de leche por cada 10 kg de peso vivo, por lo que es conveniente suministrar esta cantidad en tres raciones diarias durante la primera semana de vida (Henderson, 1950).

- **Alimento sólido**

La ingesta de dietas de iniciación a edad temprana apresura el crecimiento y optimizan el desarrollo ruminal. Se ha probado que el consumo de alimento sólido tiene la mayor contribución al desarrollo del rumen y al destete a temprana edad. El alimento iniciador debe ser relativamente alto en

carbohidratos fácilmente fermentables para apoyar la fermentación necesaria para un adecuado tejido ruminal; los alimentos concentrados se suministran a los terneros para lograr un máximo consumo de materia seca y proteína, obteniendo como respuesta mejores elementos productivos como lo son ganancia diaria de peso y producción adecuada de ácidos grasos volátiles (Weaver *et al.*, 2000).

Iñiguez (2013) menciona que los kilogramos de materia seca necesarios para la alimentación de los animales en sus diferentes etapas deben contener las proporciones adecuadas de carbohidratos, grasa, proteína, fibra, minerales y vitaminas. El consumo de nutrientes y el estado sanitario de los animales determinan la ganancia diaria de peso (Cuadro IV).

Cuadro IV. Consumo de materia seca en diferentes etapas.

1-2 meses	1.3 de su peso	0.8 - 1.3 kg
3 - 6 meses	2.9 de su peso	3.2 - 4.1 kg
7 - 12 meses	2.7 de su peso	5.5 - 7.3 kg
13 - 18 meses	2.5 de su peso	7.7 - 9.5 kg
19 - 22 meses	2.2 de su peso	10.9 - 12.7 kg

Fuente: (Iñiguez, 2013)

5.5. Peso corporal y tasa de crecimiento

Es necesario saber de qué manera se comporta la madre en el parto, ya que cualquier trastorno durante éste, sin duda alguna, traerá consecuencias adversas para la madre, pero también y más importante aún, trastornos en el ternero (Parquer, 1996). Por ejemplo, las posibilidades de presentar acidosis neonatal (metabólica o respiratoria) se incrementan cuando la cría experimenta dificultad al nacimiento (Bearden, 1982). El peso de los terneros al nacer es importante, ya que terneros que nazcan pesando entre 40 a 50 Kg son con frecuencia más vigorosos, y por ende, tienen mayor resistencia ante enfermedades en las primeras semanas de vida (Boxen, 2000). Tomar medidas de peso y altura al nacimiento es lo más usual, así como al momento de destete y del descorne, generando una tabla de crecimiento, como se muestra en el Cuadro IV.

Cuadro V. Edad, peso y talla ideales en hembras lecheras.

Parámetro	Peso (Kg)	Edad (Meses)	Talla (cm)
Nacimiento	39 a 45		74 a 75
Destete	79 a 95	2	81 a 84
Pubertad	232 a 271	9	110 a 116
1ª Inseminación	341 a 379	14 a 15	121 a 127
Parto	522 a 613	23 a 24	133 a 144

Fuente: (Basurto, 1998)

La productividad y eficiencia de una crianza es considerablemente influenciada por el tiempo de crianza, animales destetados, la ganancia diaria de peso y posteriormente la edad al primer parto, de tal manera que día a día se pretende reducir el periodo de crianza y aumentar la ganancia diaria de peso hasta obtener el óptimo desde el punto de vista genético y económico con prácticas intensivas de manejo. Al mejorar estos parámetros se tendrá como resultado retorno más rápido del capital invertido, reducción en costos variables, incremento en la vida productiva de un animal y reducción en el consumo de alimento requerido (Wattiaux, 2003). Al tratar de obtener mejores parámetros productivos se pueden presentar dificultades o desventajas asociadas con una tasa de crecimiento acelerada, la cual reduce la edad al primer parto, por ejemplo, animales que presentaban primer parto a los 24 meses lo estén alcanzando a los 20 meses. En consecuencia, se tendrá mayor demanda de alimento para cubrir las necesidades de animal, entre la cuales se tiene mayor cantidad de forraje de buena calidad y concentrados, mayor habilidad de manejo, mayores dificultades al parto y un mayor riesgo al alimentar con dietas altas en concentrados proteicos, los cuales, empleados de forma equivocada, pueden afectar negativamente el rendimiento de lactancia. La cría de terneros con cantidades abundantes de alimentos de baja calidad afecta considerablemente, generando reducción en la tasa de crecimiento y retrasando la edad al primer parto (Wattiaux, 2003).

Cuadro VI. Peso corporal en varias etapas del desarrollo y tasa de crecimiento para novillas.

Raza	Peso al nacimiento (kg)	Servicio		Parto		Ganancia prom/día (kg)	Peso adulto (Kg)
		Peso (Kg)	Edad (m)	Peso (Kg)	Edad (m)		
Holstein, Pardo Suizo	40-45	360	360 400	14-16	544	0.74	650
		400			620		725
Guernsey, Ayrshire	35-40	275	275 310	13-15	450	0.60	525
		310			500		580
Jersey	25-30	225	225 260	13-15	360	0.50	425
		260			425		500

Fuente: (Wattiaux, 2003)

- **Peso al nacer**

El registro del peso al nacer y al destete es una actividad primordial para evaluar el potencial genético de los terneros y su comportamiento productivo durante esta etapa. Esta información es la base para seleccionar a los futuros reemplazos hembras; en el caso de los machos, al estar al tanto de estos datos es posible valorar la rentabilidad del rancho, debido a que una de las principales fuentes de ingresos es la venta de terneros al destete. Con los datos del peso al nacimiento y peso al destete podemos deducir la ganancia total de peso tanto de manera individual, como el promedio del total de crías destetadas (Loaiza y Lopez, 2011).

El peso promedio al nacer en terneros Jersey es 25 kg, de tal manera que esta raza presenta mínimos problemas de distocia (2.2 %) en relación a la raza Holstein (9.3 %). La cruce de raza Jersey con otras razas lecheras produce terneros chicos y, por ende, se reduce el porcentaje de distocias (Cruañes, 2015). La ganancia diaria de peso en las primeras semanas de vida para Holstein se encuentra entre 350 a 450 gramos, mientras que en Jersey es 225 gr. El índice de mortalidad de los terneros a esta edad debe ser menor del 5% (Iñiguez, 2013).

- **Peso al destete**

El destete es la restricción total del suministro de leche, sustituto o suero de leche después de un periodo determinado, el cual generalmente se lleva a cabo entre los 60 y 70 d; esto implica acelerar su transformación de lactante a rumiante a través del cambio de dieta, lo cual no debería afectar su crecimiento, su desarrollo, ni su salud. Sin embargo, con frecuencia los terneros recién destetados tienden a disminuir su crecimiento e ingestión de alimento por un determinado lapso, por lo tanto, se vuelven más susceptibles a la infestación de un patógeno, generando el rompimiento de la triada ecológica. Cabe mencionar que los becerros bajan de peso, pasando varias semanas antes de recuperarse (Solís *et al.*, 2008). Cuando los terneros raza Holstein consumen más de 800 gr de MS o concentrado por tres días consecutivos, es un buen indicador que ya pueden ser destetados. Posteriormente al destete, la dieta ideal debe contener un porcentaje de proteína de 16 a 18% durante tres meses post destete, obteniendo ganancias diarias de pesos de hasta 750 a 775 gr en raza Holstein,

mientras que la raza Jersey de 500 gr. En terneras bien alimentadas el primer celo se presenta entre los 9 y los 10 meses de edad (Iñiguez, 2013).

5.6.- Factores que afectan el peso al nacer y al destete de los terneros

El peso al nacer es la consecuencia del crecimiento fetal, el cual está estrictamente relacionado con manejo genético y ambiental, que es el entorno que rodea al animal (Dreiling, 1991). El crecimiento del ternero en los primeros días de vida está vigorosamente influenciado por el consumo de leche (De las Heras, 2005), de manera que la disponibilidad óptima de leche tiene efectos no sólo como contribución nutricional, sino que igualmente proporciona un buen comportamiento y desarrollo del tracto digestivo. Asimismo, una buena actuación del sistema inmunológico del ternero generando resistencia contra una gran cantidad de agentes causantes de enfermedad o ya sea ante la presencia de alguna enfermedad (Cozzi, 2002).

El peso está influenciado por diferentes factores entre los que destaca como uno de los principales el consumo voluntario. Minson (1990) define consumo voluntario como la cantidad de MS consumida cada día cuando a los animales se les ofrece alimento en exceso. Los elementos que influyen en la regulación del consumo de alimento natural al animal son: tipo o clase de animal, peso vivo, sexo, raza, edad, estado fisiológico o productivo y nivel de producción.

Entre los factores que se relacionan con el alimento están: disponibilidad de forraje, características físicas y químicas como coeficiente de digestibilidad, tamaño de partícula, porcentaje de humedad, estado de madurez, palatabilidad y contenido energético (Bonilla, 2000).

5.6.1.- Tamaño corporal

El nivel máximo de consumo se presentará por efecto de los requerimientos energéticos del animal, siempre y cuando la capacidad física del tracto digestivo no sea un factor restrictivo. La demanda de energía es proporcional al tamaño corporal y se expresa elevando el peso vivo a la potencia 0.75, de tal manera los requerimientos de energía por unidad de peso en animales pequeños superiores en relación a la de animales de talla grande se manifiesta por una selección en la dieta por los primeros (Allison, 1985).

5.6.2.- Condición corporal

Animales que presentan condición corporal delgada tienen mayor consumo de alimento con respecto a animales que presentan condición corporal gorda, de igual manera, esto está estrechamente relacionado al consumo y crecimiento compensatorio. En otras palabras, es posible afirmar que animales que pasaron por una fase de subnutrición a causa de diversos factores después de esta etapa en su afán de sobrevivencia, consumen más alimento por unidad de peso vivo que animales que estuvieron bien alimentados en esa misma etapa (Minson, 1990).

5.6.3.- Temperatura corporal

Según Bonilla (2000), el alimento incrementa la producción de calor corporal en tres formas:

- Por la acción dinámica específica.
- Por el aumento en la tasa metabólica en función del nivel de alimentación.
- Por el incremento de la tasa metabólica en función de la masa corporal.

La depresión del consumo voluntario de alimento por hipertermia se cree que se debe a diversos factores. Uno es el efecto negativo directo de la temperatura sobre el centro del apetito del hipotálamo. Una segunda causa es la reducción en la motilidad intestinal y rumiación, lo cual conduce al llenado intestinal y deprime el apetito.

5.7.- Alternativas para reducir el estrés calórico

Beede y Collier (1986) sugieren las siguientes estrategias para tratar de mitigar los efectos del estrés calórico en ganado lechero:

- 1) El desarrollo genético de razas más tolerantes al calor
- 2) manejo nutricional
- 3) modificaciones ambientales.

El principal objetivo de las estrategias nutricionales es mejorar la digestibilidad de las dietas y aumentar la densidad de los nutrientes, asegurando así la disponibilidad de agua de buena calidad. Otra alternativa sugerida es la

utilización de biotipos menos sensibles al calor, sin tener perjuicios en los objetivos productivos que a lograr (Collier *et al.*, 2006)

Las modificaciones del ambiente son las más empleadas. Existen varias modificaciones físicas del ambiente: sombra (natural o artificial), ventilación forzada, humedecimiento del animal, al igual que sistemas combinados de éstos y aire acondicionado, con lo cual se pretende disminuir los costos causados por la pérdida de productividad disminuyendo el problema y la vulnerabilidad de los animales (Bucklin, 1992).

- Sombra

En condiciones ambientales drásticas, los animales por instinto buscan un área de sombra la cual los cubre de la radiación solar, por lo que les permite disminuir la carga calórica en un rango de 30 a 50% (Blackshaw, 1994; Collier *et al.*, 2006). Es importante mencionar que la sombra modifica el grado de la radiación en el animal, pero no influye en la temperatura y humedad del aire (Buffington, 1983).

- Enfriamiento artificial

Hahn (1970) sugiere técnicas para proporcionar temperaturas menores a las ambientales y mejorar el confort de la vaca lechera. El enfriamiento evaporativo es un método económico que es utilizado para enfriar las vacas en áreas de baja humedad según (Bucklin, 1991).

- Agua de bebida

Es un factor sumamente importante porque ayuda a contrarrestar el estrés por calor. El suministro de agua fresca y de buena calidad a libre acceso es fundamental porque una vaca lechera puede consumir diariamente de 80 a 100 L. Los bebederos deben limpiarse y desinfectarse permanentemente para mantener el agua fresca y apetecible (Salvador, 2011).

- Combinación de métodos

Armstrong (1994) menciona un método en el cual se combinan ventilación forzada con humedecimiento de la siguiente manera:

- Combinación de aspersores y ventiladores. Las gotas producidas por los aspersores deben ser lo suficientemente grandes como para penetrar la cubierta de pelo del animal. La evaporación, asegurada por la ventilación forzada, refrescará al animal, disminuyendo su temperatura corporal.
- Producción de neblinas y ventilación forzada. Este sistema produce enfriamiento del aire que luego, al circular sobre los animales, aumenta las pérdidas de calor por convección. No es tan seguro como el sistema anterior para enfriar animales.

Durante el verano, las vacas deben tener acceso al agua sin molestias u obstáculos, de lo contrario, el grado de estrés incrementa debido a la incomodidad; las peleas en los bebederos no permiten que otras vacas se acerquen especialmente cuando hay animales dominantes. El sobre poblamiento de animales por corral debe evitarse reduciendo el número de

animales por corral durante esta época, pero las sombras deben ser suficientes para evitar igualmente amontonamiento y disputas por ellas (Yabuta y Kunio, 2000).



Figura 3. Vacas amontonadas en la sombra.

Tolerancia y aclimatación al estrés

Los cambios fisiológicos como respuesta al estrés calórico son diversos, pues el organismo del animal genera una aclimatación durante el estrés duradero presente en el entorno que lo rodea. Dicha aclimatación se lleva a cabo en dos fases, aguda y crónica, las cuales implican cambios en la tasa de secreción de hormonas, así como poblaciones de receptores en tejidos. Estos cambios pueden generar modificaciones en el estado endócrino de los animales y mejorar su resistencia al estrés por calor y por frío (Collier *et al.*, 2006).

Se considera que las vacas Jersey son más eficaces que las Holstein para reducir la acumulación de calor corporal empleando mecanismos como el

incremento en la frecuencia respiratoria, el cual está demostrado ser efectivo para termorregular la temperatura corporal dentro de ciertos límites de temperatura ambiente (Jonhson y Vanjonack, 1976). Las diferencias entre biotipos se mencionan por diversos autores, como es el caso de Muller y Botha (1993); además, ellos encontraron diferencias en la tasa de producción de calor y disipación, lo cual puede ser atribuido a sus diferencias en el tamaño corporal y otras características como la capacidad de sudoración.

6.- MATERIALES Y METODOS

6.1.- Ubicación de la unidad experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el establo lechero “Morelia”, ubicado en el ejido Morelia, Valle de Mexicali, Baja California, México (36° 26’ N, 115° 11’ O y altitud de 14 msnm). El clima en la región es árido y extremo, con temperatura máxima de 52° C en verano y mínima de -6° C en invierno; la precipitación media anual es de 86 mm, que se considera escasa y se concentra principalmente en los meses de noviembre y diciembre (García, 1985).

6.2.- Animales experimentales

Se utilizaron 49 terneros de los cuales 38 fueron raza Holstein (24 Hembras y 14 Machos) y 11 fueron raza Jersey (5 Hembras y 6 Machos), nacidos en los meses de verano (agosto y septiembre). Estas crías fueron producto de hembras Holstein y Jersey inseminadas con sementales Holstein y Jersey, por lo que se consideran razas puras con semen de las empresas ABS, SEMEX, Accelerated Genetics y solo 5 del semental Holstein presente en el rancho.

6.3.- Material y equipo utilizados

Se utilizaron una balanza de reloj y una faja de lona con jaretas para colgar los animales; con dichos implementos se pesaron los terneros antes de 24 h después del nacimiento. La balanza utilizada (marca Accuweight, modelo CKS) fue tipo mecánica colgante, con lectura del peso en libras y capacidad para 150

libras, lo que equivale a 68.04 kg de peso. Hecha en acero y su maquinaria interior con cubierta de níquel y zinc para mayor protección frente a la corrosión. La faja de lona contaba con cuatro orificios, uno para cada pata del animal, con la que se abrazaba el cuerpo del animal de tal manera que la cabeza quedara fuera de ella, las puntas contaban con jaretas para colgase a la faja y ya puestas quedaban en la parte superior para ser enganchadas en la balanza.



Figuras 4 y 5. Balanza de reloj y faja de lona.

Para pesar al destete se utilizó una báscula de plataforma, móvil con capacidad de 500 kg (marca Torrey, modelo L-EQM) y acabado en acero inoxidable grado alimenticio. Con el apoyo de una hoja de triplay de dimensiones 90 x 120 cm y espesor de 15 mm, colocado sobre la plataforma para agrandar su área y que cupiesen los terneros, éstos fueron sometidos o echados sobre la plataforma para ser pesados.



Figuras 6 y 7. Bascula de plataforma y forma de pesado de terneros.

6.4.- Alojamiento y manejo de terneros

Se utilizaron tres tipos de casetas en las que se alojaron los terneros recién nacidos después de la atención de parto y desinfección de ombligo, en la primera caseta estuvieron 15 días, en la segunda 30 días y en la tercera caseta 15 días. Se fueron cambiando del tipo de caseta de acuerdo a la edad, tamaño, requerimientos nutricionales o por la cantidad de casetas disponibles para los terneros sucesores nacidos durante el periodo de estudio.

Caseta 1

Capacidad para 2 animales con piso de madera, colocada sobre una base elevada a 50 cm del piso; dicha caseta tiene un tamaño de 110 cm ancho x 110 cm largo x 90 cm alto, con 55 cm de ancho por división o espacio para cada ternero. Contiene base para tetera a 15 cm bajo la cima y cuenta con un depósito para agua por división con capacidad de 5 L.

Caseta 2

Esta caseta tiene capacidad para 2 animales con piso de madera en una base elevada a 50 cm del piso; sus medidas son 140 cm ancho x 115 cm largo x 90 cm alto, con 70 cm de ancho por división o espacio para cada ternero, ventana a 50 cm de alto, base para tetera a 12 cm de la cima y 2 depósitos por división: uno para agua y otro para concentrado con capacidad de 5 L.

Caseta 3

En esta tercera caseta es individual igualmente con piso de madera cubierto de lámina perforada de rombos, en una base elevada a 50 cm del piso, con medidas de 90 cm ancho x 155 cm largo x 90 cm alto. La ventana está a 60 cm alto y tiene 2 depósitos con capacidad de 10 litros a 55 cm del piso.

Manejo del ternero posterior al parto

1 Desinfección del ombligo.

Se cumplió la desinfección del ombligo de cada ternero inmediatamente después del nacimiento con aplicación local de oxitetraciclina.

2 Medición del peso al nacer.

Posteriormente a la desinfección del ombligo se tomó el peso al nacer de cada ternero para tener un peso lo más preciso posible, utilizando una báscula de reloj y baja de lona con jaretas para engancharlos de la báscula; los pesos se registraron en una tabla de datos.



Figuras 8 y 9 Toma de peso al nacer.

3 Toma de calostro

La primera alimentación fue con calostro para que el ternero absorbiera la mayor cantidad de inmunoglobulinas posible; fue ejecutada inmediatamente en un lapso menor a 2 h después del parto con la ayuda de tetera, proporcionándoles 2 L de calostro.

4 Traslado a casilla.

Después de la desinfección del ombligo y toma de peso, cada ternero se trasladó a su primera casilla, donde permaneció 15 días.

5 Registro del ternero

Se anotó a cada ternero en la tabla de registro de nacimiento de terneros del establo, identificándolos primeramente con el número de identificación de la madre en la tabla y con etiqueta en la corraleta, mientras se le asignaba el

número que les correspondería con el mismo que se les aretó posteriormente de acuerdo al manejo de identificación del rancho.

6 Primera casilla

En esta casilla, como ya se mencionó, se asignó el número de identificación de cada ternero y su alimentación se basó durante los primeros 4 d en 4 L de calostro al día de su madre, posteriormente leche de las vacas recién paridas y agua fresca a libre acceso.

7 Manejo en la segunda casilla

A esta casilla se trasladaron a los 15 d de edad. Se les proporcionó igualmente 4 L leche al día y agua fresca a libre acceso. También se les comenzó a proporcionar una mezcla de 50% de concentrado en polvo con 18% de PC elaborado en el establo y 50% de avena picada; dicha mezcla fue suministrada a libre acceso, aunque no se midió el consumo.

8 Manejo tercera casilla

Se cambiaron a la tercera casilla a los 45 d de edad promedio, donde permanecerían 15 d en promedio anteriores a su destete. En esta casilla se llevó el mismo manejo que en la segunda casilla, únicamente se cambiaron los terneros porque la tercera casilla es de mayor tamaño con respecto a la segunda; dicha casilla es individual.

9 Destete

El destete se realizó a los 65 d promedio, el cual se efectuó en dos grupos: el primer grupo en octubre, el segundo grupo en de noviembre. Los animales fueron bajados de casetas y llevados a corral de destete.

10 Peso al destete

Se tomó el peso al destete antes de pasarse al corral de destete o ya estando en este corral el mismo día a todo el grupo, usando la báscula de plataforma.



Figuras 10 y 11. Toma de peso al destete.

6.5. Obtención de variables de respuesta

- **Peso al nacer**

Cada ternero al nacer en los meses de agosto y septiembre se tomó el peso en una báscula de reloj con ayuda de faja de lona, dicho peso se tomó la medición antes de la primera toma de calostro y se registró en una tabla de datos.

- **Peso al destete**

Se tomó el peso al destete de los terneros a una edad promedio de 65 d durante los meses de octubre y noviembre. Se utilizó una báscula de plataforma digital y se registró en una tabla de datos.

- **Ganancia total de peso**

Se determinó la ganancia total de peso mediante la siguiente fórmula:

$$G. T.= \text{Peso al Destete} - \text{Peso al Nacimiento}$$

- **Ganancia diaria de peso**

Se determinó la ganancia diaria de peso mediante la siguiente fórmula:

$$G. D.= \text{Ganancia Total} / \text{Días de Lactancia}$$

- **Días de Lactancia**

Se consideraron 65 días en promedio de lactancia.

- **Índice temperatura – humedad (ITH)**

Se determinó el ITH utilizando la fórmula propuesta por Hahn *et al* (1999):

$$ITH= 0.81 (TA) + HR (TA - 14.4) + 46.4$$

Dónde:

TA= temperatura ambiental (en grados centígrados)

HR=humedad relativa ambiental (en porcentaje)

La información local de las condiciones climáticas fue obtenida de la estación experimental climática del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC), ubicada en el valle de Mexicali, a 6 km de la unidad experimental. Las variables registradas fueron temperatura ambiental (TA) máxima y mínima por día, y humedad relativa (HR) máxima y mínima por día.

7.0 Análisis estadístico

Las variables de respuesta mencionadas fueron: peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), ganancia diaria de peso del nacimiento al destete (GDPND) y ganancia de peso total del nacimiento al destete (GPTND). Estas variables se analizaron bajo un arreglo factorial de tratamientos 2x2x2 en un diseño completamente al azar. Los factores fueron sexo (hembras y machos), raza (Jersey y Holstein) y mes de nacimiento (agosto y septiembre), así como las distintas interacciones dobles y la interacción triple.

$$Y_{ijkl} = \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde

Y_{ijkl} = Variable de respuesta

α_i = Efecto del i-ésimo sexo de la cría (i = macho o hembra)

β_j = Efecto de la j-ésima raza de la cría (j = Jersey o Holstein)

γ_k = Efecto del k-ésimo mes de nacimiento (k = Agosto o Septiembre)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción sexo y raza de la cría

$\alpha\gamma_{ik}$ = Efecto de la interacción sexo con mes de nacimiento

$\beta\gamma_{jk}$ = Efecto de la interacción sexo y mes de nacimiento

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$ = Efecto de la interacción sexo, raza y mes de nacimiento de la cría

ϵ_{ijkl} = Error experimental anidado en todas las observaciones

Ninguna interacción (dobles o triple) resultó significativa ($P > 0.05$), de tal forma que se presentan resultados de los efectos principales significativos de los modelos. Los análisis se realizaron usando el PROC GLM de SAS (SAS, 2004) y las medias ajustadas se compararon mediante pruebas de "t" student para parejas de medias utilizando un nivel de error de 5%.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 Variables climáticas durante el estudio

Durante el periodo experimental (posparto-nacimiento-destete) que incluyó los meses de junio a noviembre, el mes de agosto presentó la mayor temperatura promedio, seguido por julio, septiembre y octubre, mientras que noviembre presentó las más bajas. En cuanto a las temperaturas máximas, la más alta se presentó en el mes de julio, seguido por agosto, septiembre, octubre y noviembre como se muestra en la Figura 12.

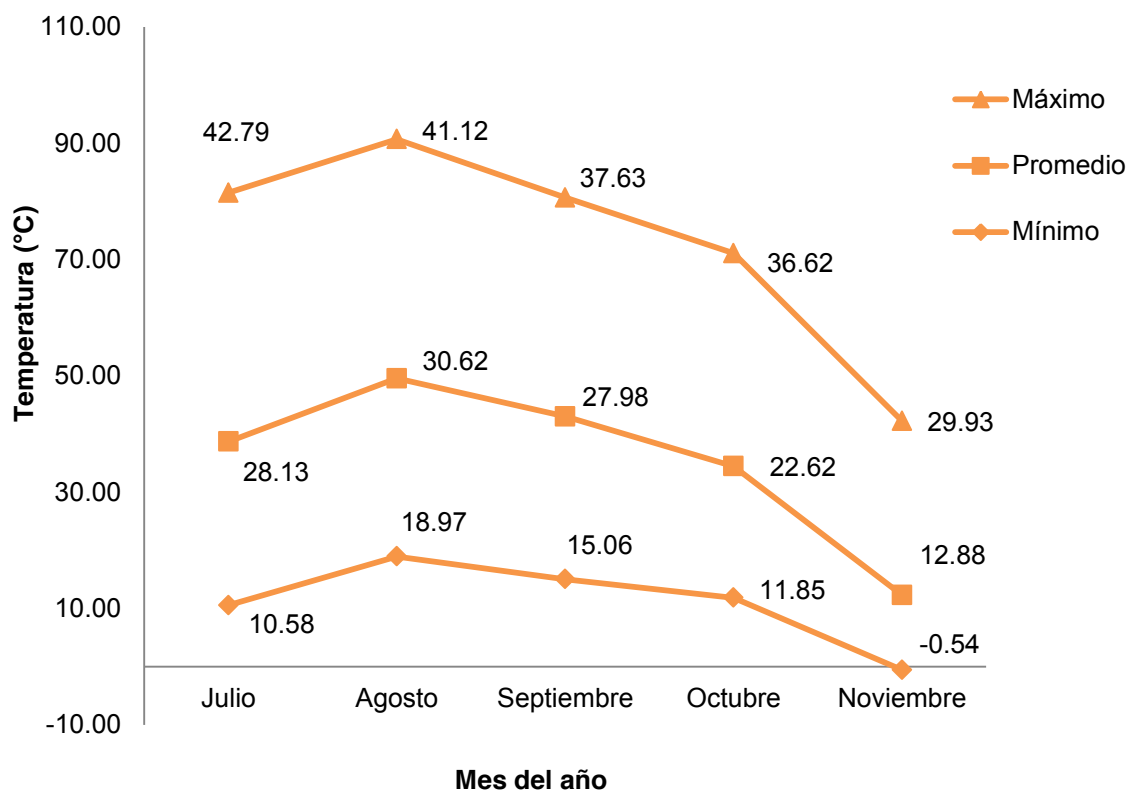


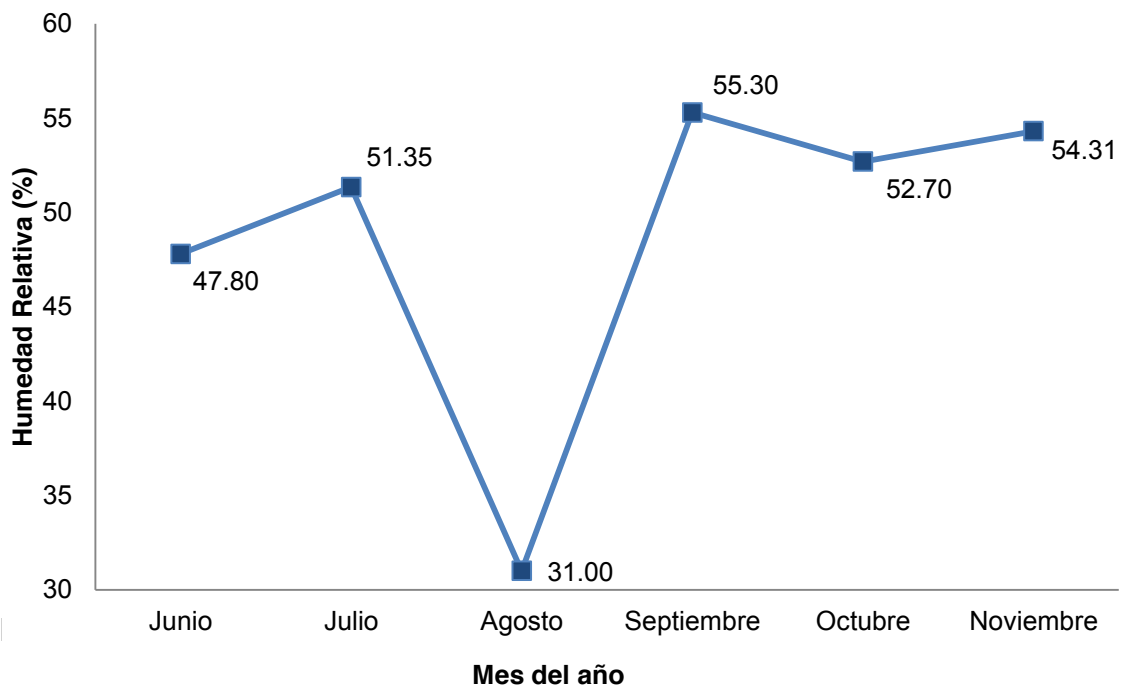
Figura 12. Temperaturas máximas, mínimas y promedio por mes en la zona de estudio.

La temperatura es el factor que más interviene en la homeostasis de la vaca, por lo cual se considera importante en la determinación del grado de estrés calórico (Avendaño *et al.*, 2007). Existe una desigualdad en cuanto a la temperatura crítica máxima entre razas, ya que el punto crítico máximo estimado para Holstein es 21 °C, mientras que para Jersey es 24 °C, en conjunto con valores considerables de humedad (Johnson, 1987). Estas temperaturas ambientales pueden generar un efecto negativo vertical sobre el apetito en el centro del hipotálamo, ocasionando en controversia reducción del consumo de materia seca (Shearer y Beede, 1990).

Por otra parte, el mes de septiembre presentó el mayor porcentaje de humedad relativa como puede observarse en la Figura 13, seguido de noviembre, octubre, julio, junio y agosto. La humedad relativa por sí sola no es un factor considerado importante en la producción lechera (Sainsbury y Sainsbury, 1979). Sin embargo, en conjunto con altas o muy bajas temperaturas se convierte en un elemento significativo para el mantenimiento de homeostasis del animal (Bohmanova *et al.*, 2007). En septiembre y octubre se presentaron los niveles más altos de humedad, pero las temperaturas no fueron tan bajas, por lo que no hubo percepción de frío por parte del ternero (Webster, 1996).

En relación al ITH, en el mes de septiembre se presentó el valor máximo correspondiente a 76.63 unidades, como se observa en la Figura 14, seguido por agosto, julio, junio, octubre y noviembre. Este índice que incluye la temperatura y humedad es un indicador significativo que nos muestra el grado de estrés calórico (Leyva *et al.*, 2009). De acuerdo con Chester (2017), para

terneros lecheros un valor de ITH superior a 72 unidades puede causar molestias, ya que los animales no pueden eliminar el calor ganado por medio de los mecanismos tradicionales de jadeo y sudoración. Al tratar de regular su temperatura corporal, aumentan su frecuencia respiratoria y la sudoración excesiva da lugar a pérdidas de agua que tienen que ser reemplazadas; todo esto genera mayores exigencias de energía, el consumo de agua se incrementa, aunque la ingesta de materia seca y el crecimiento corporal del ternero se reducen.



Debido a que en los meses de junio a septiembre los valores de ITH fueron superiores a 72 unidades, se presentó un grado ligero de estrés calórico sobre los terneros durante el experimento. Por otro lado, en los meses de octubre y noviembre el ITH fue inferior a las 72 unidades, por lo tanto, no hubo estrés calórico en estos meses, es decir, se encontraron dentro de su zona de confort (Armstrong, 1994).

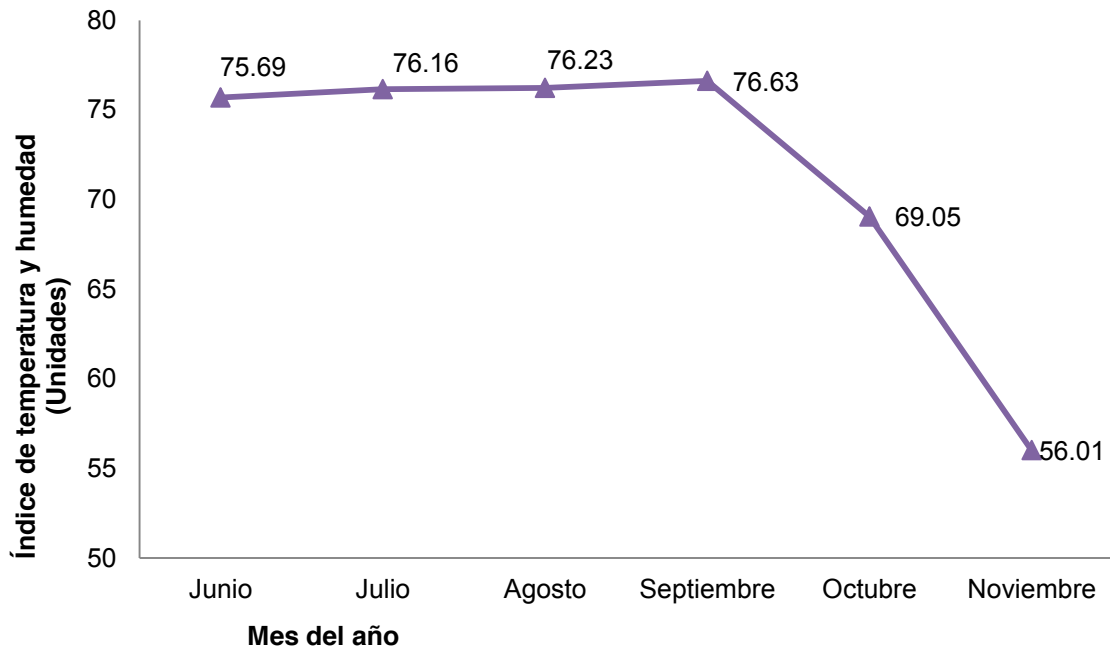


Figura 14. Índice Temperatura-Humedad promedio por mes en la zona de estudio

También se determinó el ITH promedio por cada hora del día durante el experimento considerando los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Estos valores se presentan en la Figura 15. El grado de estrés calórico depende de la intensidad que alcancen las temperaturas a lo largo del día y de la cantidad de horas que se encuentren rebasando el límite de temperatura crítica máxima. Si durante la noche la temperatura desciende por debajo de los 21° C durante seis u ocho horas, el animal tiene la oportunidad de perder el calor almacenado durante el día y recuperar la normotermia, condición en la que los animales necesita ganar o perder calor del medioambiente circundante. A este proceso se le denomina balance térmico, resultando ser muy dinámico y complejo (Silanikove, 2000).

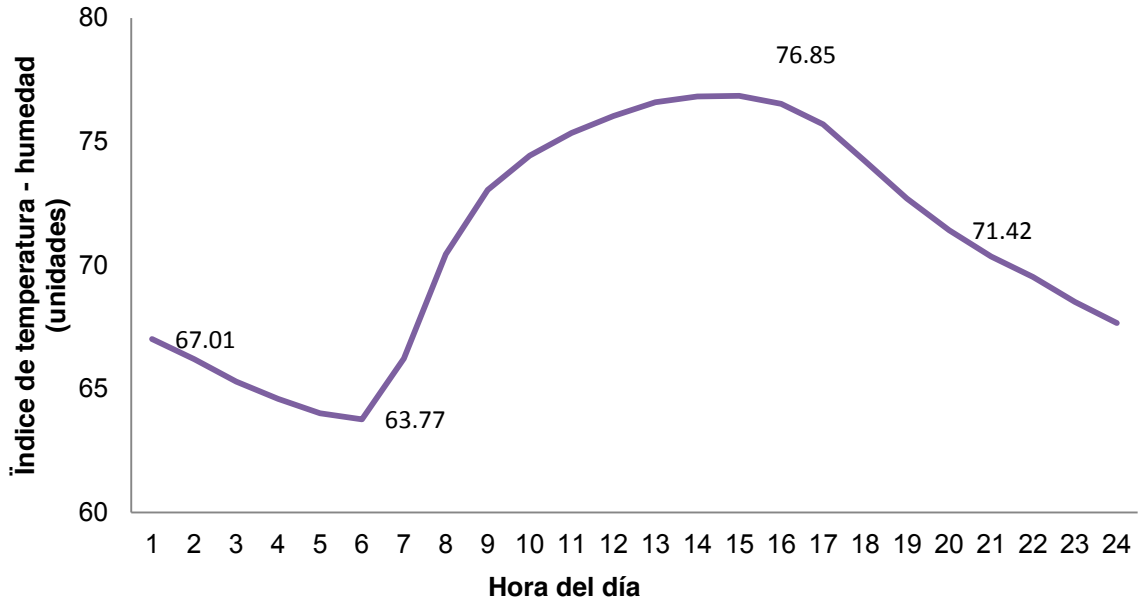


Figura 15. Valores de ITH por hora del mes de julio a noviembre en la zona de estudio.

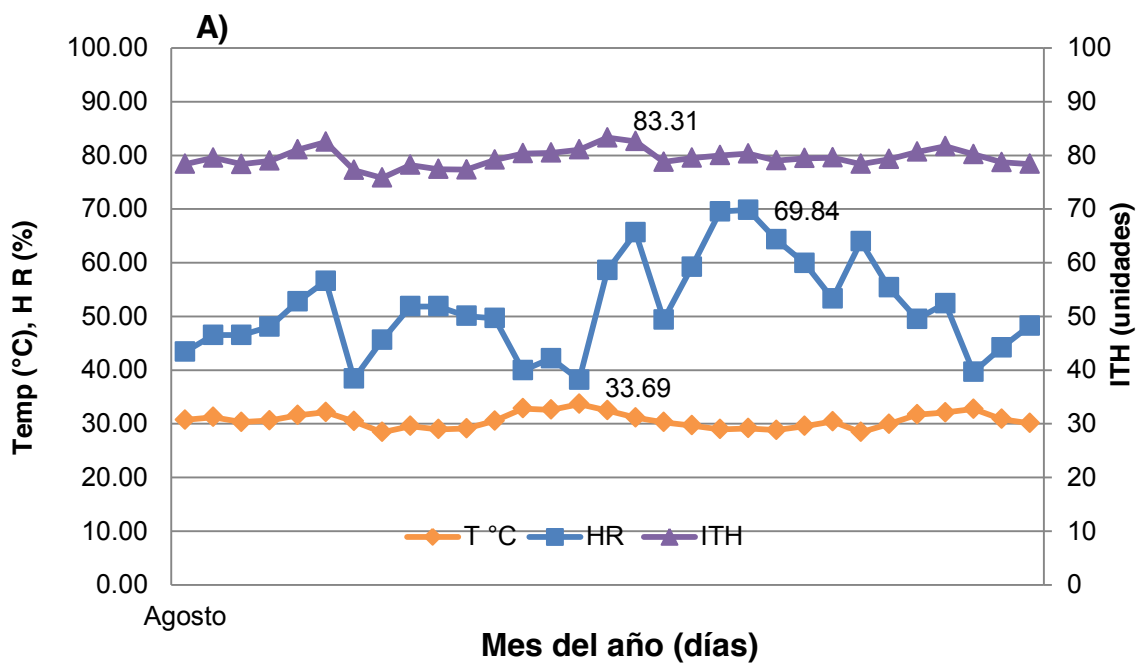
Los meses más significativos durante la realización del experimento fueron agosto, septiembre, octubre y noviembre. Esto porque en agosto y septiembre ocurrieron los nacimientos de los terneros, mientras que durante octubre y noviembre se realizó el destete, de tal modo que en los cuatro meses hubo periodos de lactancia y crecimiento de los terneros. Las temperaturas promedio, máxima y mínima por mes presentadas en el área del experimento fueron superiores en el mes de agosto, como se observa en el cuadro VI, seguido por el mes de septiembre, octubre y noviembre. En cuanto a la humedad relativa, hubo mayor variación de acuerdo al mes, ya que la más alta se presentó en septiembre, mientras que las máximas y mínimas más significativas fueron en agosto. El promedio de ITH más alto lo presentó el mes de septiembre y las máximas superiores se presentaron en agosto.

Cuadro VII. Comparación de los registros meteorológicos (medias, mínimas y máximas mensuales) durante agosto, septiembre, octubre y noviembre.

Variables	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Temperatura (°C)				
Promedio	30.62	27.98	22.62	12.88
Máxima	41.12	37.63	36.62	29.93
Mínima	18.97	15.06	11.85	-0.54
Humedad Relativa (%)				
Promedio	31.00	55.30	52.70	54.31
Máxima	85.90	84.54	81.56	80.45
Mínima	24.35	30.64	28.91	25.77
ITH (unidades)				
Promedio	76.23	76.63	69.05	56.01
Máxima	96.92	91.64	81.64	68.64
Mínima	67.25	65.50	60.39	48.82

ITH = Índice temperatura-humedad.

El mayor ITH promedio fue en el mes de septiembre, logrando un valor de 76.6 unidades. En cuanto al ITH máximo más alto se presentó en el mes de agosto, alcanzando un valor de 96.92 unidades, generando un grado severo de estrés calórico sobre los animales en estudio



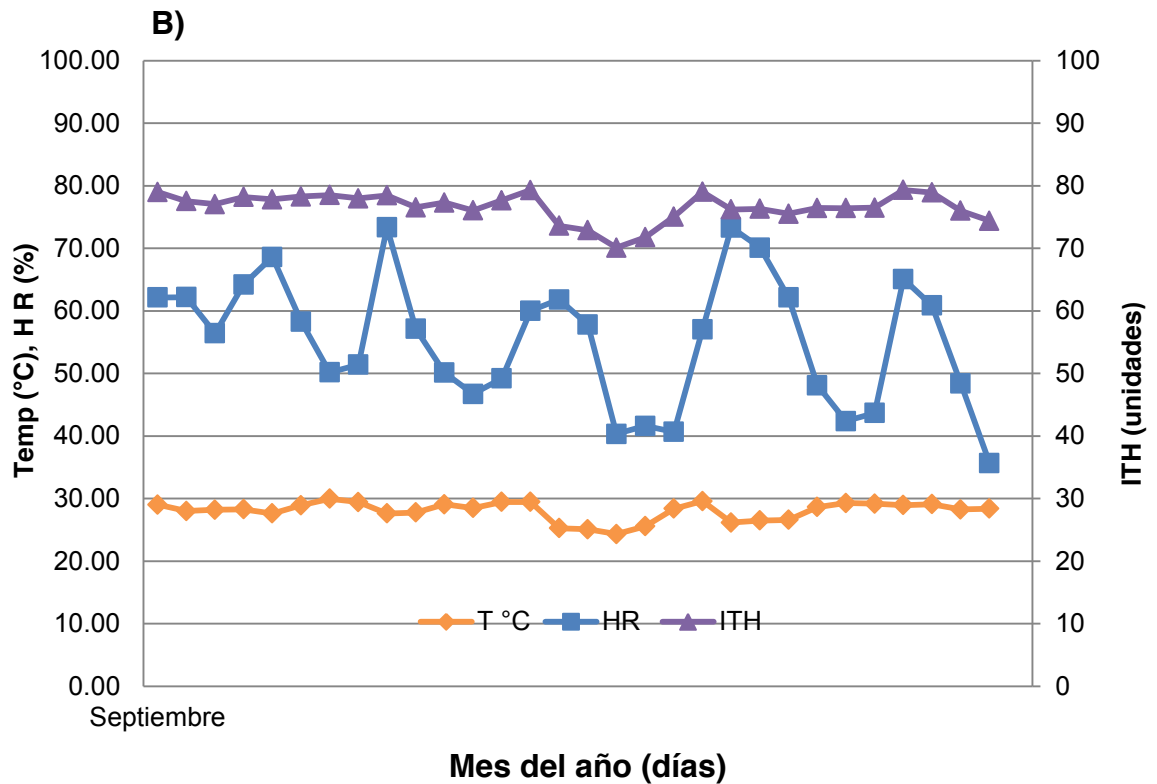


Figura 16. Promedio de variables climáticas registradas durante los meses de nacimiento en la zona de estudio.

Los periodos de destete en el experimento se llevaron a cabo en los meses de octubre y noviembre. Las variables climáticas presentadas en estos meses se observan en la Figura 17. La temperatura promedio más alta se presentó en octubre (22.6 °C), mientras que en noviembre fue 12.9 °C. La humedad relativa más alta fue en noviembre, siendo de 54.3% y en octubre 52.7%. El ITH más alto fue en octubre, alcanzando 69.1 unidades, mientras el día 31 del mismo mes se obtuvo el ITH mayor por día con 77.9 unidades. En cuanto a noviembre, el ITH fue de 66.5 unidades, donde el día 1 corresponde el ITH más alto y a partir de éste fue disminuyendo gradualmente hasta el día 31.

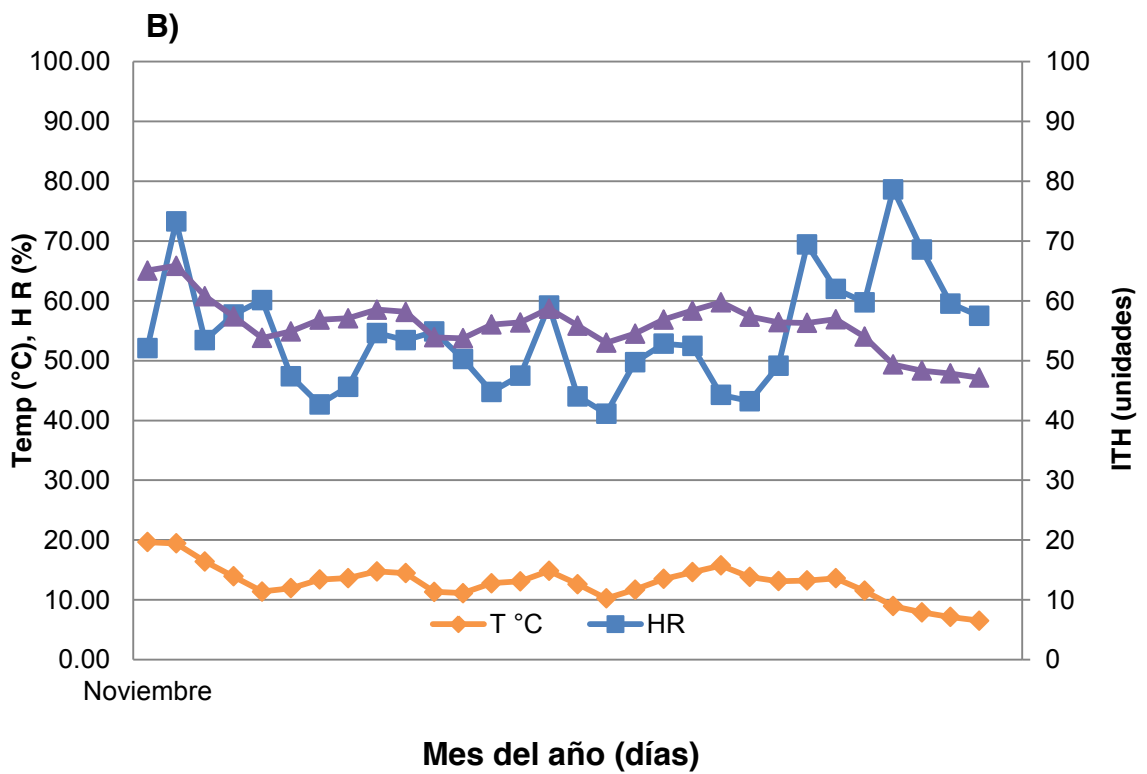
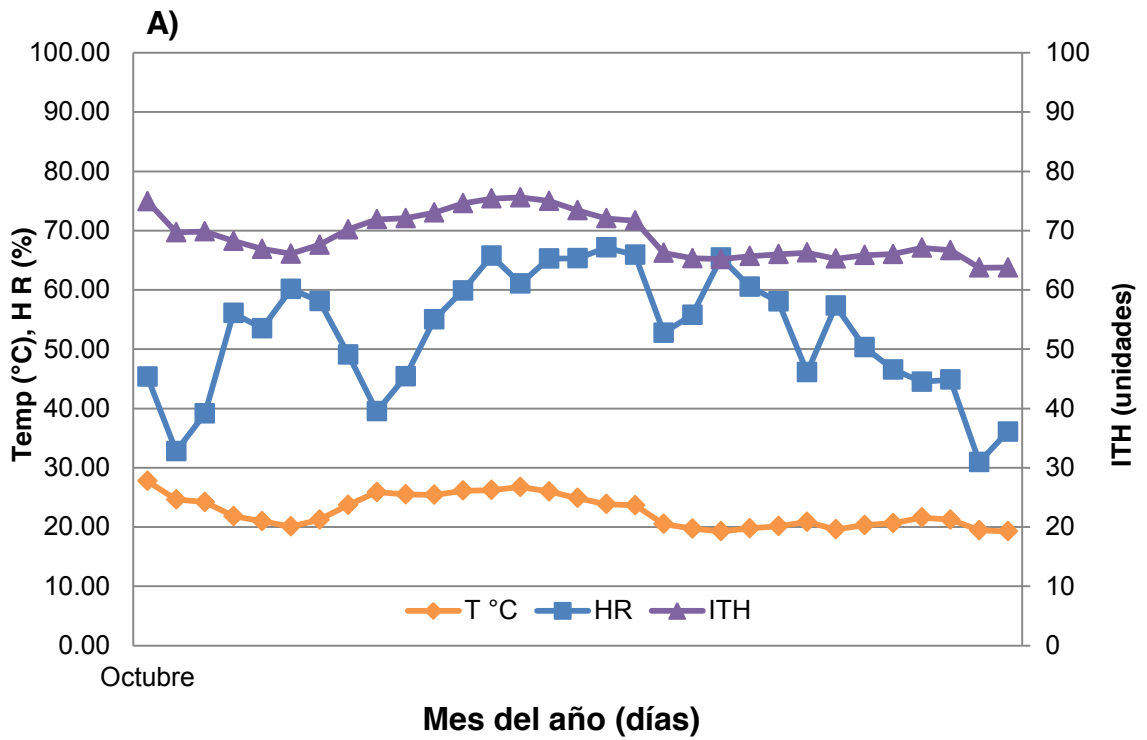


Figura 17 Promedio de variables climáticas registradas durante los meses de destete en la zona de estudio.

8.2. Variables de repuesta

8.2.1 Peso al nacer

Los promedios de peso al nacimiento se presentan en el cuadro VIII, donde se observa que no hubo significancia ($P > 0.05$) de ninguno de los efectos del modelo (sexo, mes de nacimiento y raza). Sin embargo, las crías nacidas en septiembre pesaron alrededor de medio kg más que las nacidas en agosto, aunque no fue significativa esta diferencia ($P > 0.05$). Por lo tanto, el peso al nacimiento entre razas fue muy similar, sabiendo que la raza Holstein es más grande que la Jersey, por lo que se esperaba mayor peso al nacimiento en crías de raza Holstein. El peso promedio de machos y hembras fue 32.7 kg, peso que es consecuencia del crecimiento fetal y que está estrictamente relacionado con el manejo genético y ambiental (Dreiling, 1991).

Cuadro VIII. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento de la cría en su peso al nacimiento (en kg) en un establo lechero del valle de Mexicali, B.C.

Variable	Media	Error Estándar	Probabilidad
SEXO			
Machos (20)	31.9	0.49	
Hembras (29)	31.6	0.47	0.5929
MES DE NACIMIENTO			
Agosto (10)	31.5	0.64	
Septiembre (39)	32.1	0.39	0.3905
RAZA			
Holstein (38)	31.8	0.40	
Jersey (11)	31.7	0.60	0.9062

8.2.2 Peso al destete

Los promedios de peso al destete se presentan en el cuadro IX, donde se observa que los efectos mes de nacimiento y raza fueron significativos ($P < 0.05$), mientras que el efecto sexo no lo fue ($P > 0.05$). Los animales nacidos en septiembre fueron más pesados ($P < 0.05$) al destete que los animales nacidos en agosto, siendo la diferencia 9 kg. Esto se puede atribuir a que los terneros nacidos en agosto fueron afectados por las drásticas variables climáticas presentes durante su posparto-nacimiento-destete, ya que las temperaturas más altas se presentaron en el mes de agosto ($30.6\text{ }^{\circ}\text{C}$), mientras que para septiembre fue menor ($28.0\text{ }^{\circ}\text{C}$), es decir, se desarrollaron en los meses con mayor ITH promedio (> 72 unidades), por lo tanto, los terneros estuvieron bajo estrés calórico durante estos meses. Mientras que los terneros nacidos en septiembre, a pesar de que en su periodo de posparto y nacimiento ocurrieron durante los meses agosto y septiembre (con los ITH más altos en el experimento), su primera parte de lactancia fue durante septiembre (el mes más extremo), la segunda en octubre y días de noviembre en donde el ITH fue inferior a las 72 unidades. Por esto, los terneros estuvieron prácticamente libres de estrés calórico durante este mes, así que se desarrollaron mejor y obtuvieron mayores pesos al destete.

No obstante que septiembre presentó el valor promedio de ITH más alto, se observa que agosto presentó un valor promedio de máximas más alto, así como también el valor mínimo de ITH fue mayor en agosto que en septiembre, por lo que las crías estuvieron sujetas a temperaturas con mayor fluctuación, pero

más intensas en agosto que en septiembre. Por tanto, la influencia de estrés calórico sobre los animales se presentó con mayor intensidad en agosto que en septiembre, afectando el desarrollo de las crías. Cuando los terneros se encuentran bajo estrés calórico comen menos, sus ganancias de peso y rendimiento son bajos. Entonces, “Si los terneros comen menos, crecerán menos”. La Universidad de Minnesota realizó una recopilación de datos que muestran el crecimiento de terneros y la ingesta de iniciadores durante el verano e invierno, encontrando una reducción de cerca del 15% en consumo de iniciadores y en las tasas de crecimiento de los terneros en el verano en comparación con invierno (Hayes, 2014).

Otro estudio realizado en la Universidad Estatal de Utah, en el cual se consideraron los efectos estacionales, muestra que los terneros criados en primavera alcanzaron los requerimientos de destete antes que cualquier otra estación del año, ya que pareció presentar las condiciones ambientales más consistentes con la zona termoneutral de un ternero. Por otro lado, durante la temporada de otoño, los terneros tuvieron el menor aumento de peso y las mediciones corporales. Este trabajo recomienda considerar proteger del frío a los terneros en invierno y mitigar el calor en el verano de alguna forma, promoviendo así un crecimiento óptimo durante estas épocas (Sheldon, 2014).

Los terneros raza Holstein fueron más pesados ($P < 0.05$) al destete que los de raza Jersey, obteniendo como promedio 80.2 kg, el cual se encuentra dentro de los rangos óptimos establecidos por Basurto (1998), quien señala pesos al destete normales entre 79 a 95 kg a los dos meses de edad. Esto se puede

atribuir a que la leche consumida por los terneros durante sus primeros días de vida producida por las vacas Jersey bajo condiciones de estrés calórico presentan menor porcentaje de sólidos totales. Sharma *et al.* (1983) mencionan que las vacas Holstein son más afectadas en la producción de leche, mientras que las vacas Jersey en la composición de la leche. El peso al destete es el resultado del crecimiento de los terneros en sus primeras semanas de vida, el que a su vez es influenciado el consumo de leche (De las Heras, 2005) y el consumo de materia seca. Los elementos que influyen en la regulación del consumo de alimento natural al animal son: tipo o clase de animal, peso vivo, sexo, raza, edad, estado fisiológico o productivo y nivel de producción.

Cuadro IX. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento de la cría en su peso al destete (kg) en un establo lechero del valle de Mexicali, B.C.

Variable	Media	Error Estándar	Probabilidad
SEXO			
Machos (20)	75.6	2.28	
Hembras (29)	74.4	1.81	0.6934
MES DE NACIMIENTO			
Agosto (10)	70.4	2.48	
Septiembre (39)	79.6	1.51	0.0032
RAZA			
Holstein (38)	80.2	1.85	
Jersey (11)	69.8	2.22	0.0009

8.2.3 Ganancia diaria de peso

El mes de nacimiento y la raza fueron efectos significativos ($P < 0.05$) en la ganancia diaria de peso, mientras que el sexo no lo fue (Cuadro 9). Los terneros nacidos en septiembre ganaron aproximadamente 100 gr más ($P < 0.05$) que los nacidos en agosto. Igualmente, los terneros raza Holstein lograron una ganancia diaria de peso mayor ($P < 0.050$) en 157 gramos que los de raza Jersey. Los terneros machos presentaron una ganancia diaria de peso promedio de 0.693 gr y las hembras de 0.675 gr, siendo estas medias similares ($P > 0.05$).

Iñiguez (2013) señala que la media considerada ideal en ganancia diaria de peso en las primeras semanas de vida para la raza Holstein se encuentra entre 350 a 450 gr, mientras que para la raza Jersey es 225 gr. Desde el destete al primer año de vida aumentan hasta 750 y 775 gr los terneros raza Holstein, y hasta 500 gr en los terneros Jersey. Considerando estos valores de la literatura, la ganancia diaria de peso de los terneros durante el presente estudio se encontró dentro de los parámetros óptimos.

En un estudio realizado por Kertz *et al.* (1984), se ofreció agua *ad libitum* y a otro grupo no se ofreció agua cuando se alimentaron con 4.2 libras de sustituto de leche (11.4% de sólidos) dos veces al día durante 3 semanas y una vez al día en la semana 4 antes del destete. No encontraron diferencias en la ganancia diaria de peso durante las primeras 3 semanas, pero observaron mayor ganancia en la semana 4; los terneros a los que se les ofreció agua *ad*

libitum ganaron 38% más peso en el periodo completo. No se observó ningún efecto de la ingesta de agua sobre la incidencia de los hongos. Los autores hicieron hincapié en la importancia del agua *ad libitum* para apoyar el buen inicio y crecimiento del iniciador (Chester, 2017).

Cuadro X. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento sobre la ganancia diaria de peso predestete (en Kg).

Variable	Media	Error Estándar	Probabilidad
SEXO			
Machos (20)	0.693	0.029	
Hembras (29)	0.675	0.030	0.658
MES DE NACIMIENTO			
Agosto (10)	0.632	0.037	
Septiembre (39)	0.735	0.024	0.0261
RAZA			
Holstein (38)	0.762	0.024	
Jersey (11)	0.605	0.037	0.0007

8.2.4 Ganancia total de peso

El mes de nacimiento y la raza tuvieron efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la ganancia total de peso de los terneros. Sin embargo, el sexo de la cría no fue significativo ($P > 0.05$) sobre esta misma variable. Las crías nacidas en el mes de septiembre tuvieron estadísticamente ($P < 0.05$) mayor ganancia total de peso con respecto a los nacidos en agosto, mientras que los terneros de la raza Holstein tuvieron mayor ($P < 0.05$) ganancia total de peso que la raza Jersey. Las crías nacidas en septiembre ganaron 7.1 kg más que las nacidas en agosto,

mientras que las crías Holstein ganaron 10.2 kg más peso que las crías Jersey. Es importante señalar que la duración de este periodo fue en promedio 65 d (nacimiento al destete).

Cuadro XI. Efecto de sexo, raza y mes de nacimiento de la cría sobre la ganancia de peso total (Kg) en el periodo nacimiento al destete en un establo lechero del valle de Mexicali, B.C.

Variable	Media	Error Estándar	Probabilidad
SEXO			
Machos (20)	42.7	1.89	
Hembras (29)	44.0	1.84	0.5966
MES DE NACIMIENTO			
Agosto (10)	39.8	2.39	
Septiembre (39)	46.9	1.52	0.0156
RAZA			
Holstein (38)	48.5	1.52	
Jersey (11)	38.3	2.31	0.0005

VII. CONCLUSIONES

La variabilidad estacional de las condiciones ambientales presentes en la zona árida de Mexicali, Baja California, genera estrés calórico en crías de ganado lechero, demandando un reajuste en su fisiología y actividad física para regular su temperatura corporal, disminuyendo su desempeño productivo. Se concluye que:

- Los animales nacidos en agosto fueron menos pesados y tuvieron menor ganancia diaria y total de peso que los nacidos en septiembre, lo que se atribuye a las drásticas variables climáticas presentes durante su posparto-nacimiento-destete, presentando un ITH >72 unidades.
- Se observó efecto de la raza en el peso al destete. Los terneros de la raza Holstein obtuvieron mayor peso al destete, mayor ganancia diaria y total de peso que los de raza Jersey. Esto se puede atribuir a que la leche consumida por los terneros durante sus primeros días de vida producida por las vacas Jersey bajo condiciones de estrés calórico presentan menor porcentaje de sólidos totales.
- No existió efecto del sexo en las razas en las variables productivas, tampoco se observó efecto por el ITH.

Se recomienda realizar modificaciones de manejo en los meses más cálidos para evitar mermas en el crecimiento de becerros lecheros en la zona de estudio.

LITERATURA CITADA

- Allison, C. (1985). Factors Affecting Forage Intake by Range Ruminants. *Journal of Range Management* vol. 38, 305-311.
- Alnaimy, A.; Habbeb, M.; Fayaz, I.; Marai, M.; Kamal, T. H. (1992). Heat stress and the environment. En C. J. Phillips, & D. Piggins, *Farm animals and the environment* (págs. 27-47). Oxon, UK: Wallingford.
- Alzina, L. A.; Farfan, J. C.; Valencia, E. R.; Yokoyama, J. (2001). Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (Bos Taurus x Bos indicus) de estado de Yucatán México. *Rev Biomed*, 12:112-121.
- Anzures, F., Macías, U., Álvarez, F. D., Correa, A., Díaz, R., Hernández, J. A., & Avendaño, L. (2015). Efecto de época del año (verano vs. invierno) en variables fisiológicas, producción de leche y capacidad antioxidante de vacas Holstein en una zona árida del noroeste de México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, vol. 47, núm. 1, 2015, pp. 15-20, 15-19.
- Armstrong, D. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.*, 77: 2044-2050.
- Avendaño, L.; Álvarez, F.; Correa, A.; Algándar, A.; Rodríguez, E.; Pérez, R.; Macías, U.; Díaz, R.; Robinson, P.; Fade, J. (2010). Comparison of three cooling management systems to reduce heat stress in lactating Holstein cows during hot and dry ambient conditions. *Livest Sci.*, 48-52.
- Avendaño, L.; Alvarez, F.; Correa, A.; Saucedo, J.; Rivera, F.; Verdugo, F. (2007). Evaluation of a cooling system used in the dry period of dairy cattle in summer. *Tec. Pec. Mexico*, 209-205.
- Ayala, M. H. (21 de Septiembre de 2006). Crianza de Becerras para Reemplazos en Ganado. Morelia, Mexico. Morelia, Michoacan, Mexico: Universidad Michoacana, facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia .
- Bailey, T. (1994). El Uso de los Registros para la Evaluación de los Resultados Reproductivos del Hato. *Memorias de la 10ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero*. Mexico: Holstein Mexico.
- Basurto, K. V. (Enero de 1998). Actualización en la Cría y Desarrollo de Vaquillas. *Holstein México*, Volumen 29.

- Bearden, H. J.; Fuquay, J. (1982). *Reproducción Animal Aplicada*. México D. F.: El Manual Moderno.
- Beede, D. K.; Mallone, P. G.; Schneider, P. L.; Wilcox, C. J.; Collier, R. J. (1983). Potassium nutrition of heat stressed dairy cows. *J. Anim. Sci.* vol 13, 198-200.
- Beede, D. K. (1992). Water for dairy cattle. En V. H. Wilcox, *Large Dairy Herd Management* (págs. 260-271). Champaign Illinois: Dairy Sci. Assoc.
- Beede, D. K. and Collier, R. J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J. Anim. Sci.*, 62: 543-554.
- Berman, A. (2006). Extending the Potential of Evaporative Cooling for Heat-Stress. *J. Dairy Sci.*, 89: 2017-2026.
- Bernabucci, U; Ronchi, B; Lacetera, N; Nardone, A. (2005). Influence of body condition score on relationships between metabolic status and, oxidative stress in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 88: 2017-2026.
- Bernabucci, U.; Bani, P.; Ronchi, B.; Lacer, N.; Nardone, A. . (1999). Influence of short and long-term exposure to a hot environment rumen passage rate and diet digestibility by friesian heifers. *J. Dairy Sci.*, 82: 967-973.
- Bianca, W. (1972). Termorregulación. En Herrero, *Adaptación de los animales de granja* (págs. 135-162). Mexico: Hafez, E. S. E.
- Bickert, W. B.; Herdt, T. H. (1985). Environmental aspects od dairy calf housing. *compendium of continuing education for practicing Veterinarians*, 309-317.
- Blackshaw, J. K. and Blackshaw, A. W. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior. *Australian Journal of Experimental* 34, 2: 285-295.
- Bohmanova, J.; Misztal, I; Cole, J. . (2007). Temperature- Humidity indices as indicators of milk production losses due to stress. *J. Dairy. Sci.*, 1947-1956.
- Bonilla, Jorge. (Enero de 2000). Consumo Voluntario de Forraje. *INIFAP*, 2-5.
- Boxen, T. (Septiembre 2000). Un Buen Inicio es Ventaja en la Crianza de Becerras. *Holstein Mexico*, Vol. 31.

- Broadwater, N. (2017). Keeping your calves cool and comfortable in the summer. *University of Minnesota Extension*, 1-2.
- Bucklin, R. A.; Turner, L. W.; Beede, D. K.; Bray, D. R.; Hemkem, R. W. (1991). Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Appl. Eng. Agric.* 7, 2: 241-247.
- Bucklin, R.A.; Hahn, G.L.; Beede, D. K. and Bray, D. R. (1992). Physical facilities for warm climates. En V. H. C.J., *Large Dairy Herd Management* (págs. 609-618). Champaign, Illinois: American Dairy Science Association.
- Buffington, D. E.; Collier R. J. and Canton G. H. (1983). Shade management system to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Trans. Am. Soc. Agric.*, 6: 1798-1802.
- Buffinton, D.; Collazo, A.; Canton, G. H.; Pintt, D; Thatcher W. W. and Collier R. J.. (1981). *Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows*, Transaction of the ASAE.
- Callejo, A. (2002). Cómo combatir el estres calorico. *Entorno ganadero*, 75-83.
- Castaño, H. (1995). Fisiología Veterinaria. En A. Garcia, *Control y regulación de la temperatura corporal* (págs. 1015-1024). España: McGraw-Hill Interamericana.
- Castillo, C.; Hernández, J.; Bravo, V.; Alonso, M.; Pereira, V.; Benedito, J. (2005). Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *J. Vet.*, 169: 286-292.
- Chester, H. (2017). Water intake by dairy calves during the summer months. *University of Minnesota Extension*, 1-3.
- Collier, R.; Dahl, G. and Van Baale, M. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89: 1244-1253.
- Correa, M. M. Osorio Arce y J C Segura. (2008). Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble proposito en el tropico. 1-2.
- Cowtan, K. y Way R. (2016). *Diario el planeta*. Obtenido de <http://www.diarioelplaneta.mx/acabamos-romper-record-del-ano-caliente-novena-vez-consecutiva/>
- Cozzi, G.; Gottardo, F.; Mattiello, S.; Canali, E.; Scanziani, E.; Verga, M. and Andrighetto, I. (2002). The provision of solid feeds to veal calves: I.

- Growth performance, forestomach development and carcass and meat quality. *Journal of Animal Science*, 80: 357-366.
- Cruañes, J. (2015). Principales razas lecheras. *Infolactea*, 12-22.
- De la Sota, R.; Burke, J.; Risco, C.; Moreira, V.; De Lorenzo, V.; Thatcher, W. (1998). Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology* , 49: 761-770.
- De las Heras, J. (2005). Crecimiento de becerros cruzados Bos taurus x Bos Indicus en un sistema de doble Propósito en el trópico. 101 . Tabasco, México: Colegio de Postgraduados.
- Dreiling, C. E.; Franklin, S. C. and Brown, D. E. (1991). Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress. *Journal of Dairy Science*, 74: 312-327.
- Elizondo, J. A. y Heinrichs, J. A. (2009). Feeding Heat-treated colostrum or unheated colostrum with two different bacterial concentrations to neonatal dairy calves. *Journal Dairy Science*, 92: 4565-4571.
- Forbes, J. M. (1995). Voluntary food intake and diet selection in farm animals. *Wallingford: CAB International*, 532.
- García, E. (1985). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. 2a ed. D. F. México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gay, C. (2006). *México y el cambio climático global*. Coyoacán 04510, México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hahn, G. L. (1999). Dynamic responses of cattle to thermal head loads . *J. Anim. Sci.*, 77: 10-20.
- Hahn, G. L. and Osburn, D. D. (1970). Feasibility of evaporative cooling for dairy cattle based on expected production losses. *Am. Soc. Agric. Eng.*, 3: 289-291.
- Hansen, P. J; Thatcher W. W. and Ealy A.D. (1992). Methods for reducing effects of heat stress on pregnancy. En V. H. J., *Large dairy herd management* (págs. 116-125). Champaign, Illinois: American Dairy Science Association.

- Hayes, S. (06 de May de 2014). *Heat stress is coming*. Obtenido de Progressive dairy: <http://www.progressivedairy.com/topics/calves-heifers/heat-stress-is-coming-are-you-prepared>
- Hayes, S. (06 de May de 2014). *Heat stress is coming*.
- Henderson, O. H. . (1950). La vaca lechera y crianza. *Journal Dairy Science*, 3ra Edición: 1- 532.
- Hopkins, A. B. and Quigley J. D. (1997). Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin g in the serum of neonatal calves. *Journal Dairy Science* , 80: 979-983.
- IATA, & Ruyver, R. (3/12/2015). Las condiciones climáticas estivales en las diferentes cuencas lecheras pampeanas, y en. *Instituto de Clima y Agua - INTA*, 1-4 .
- Iñiguez, F. (2015). *vitalidad y crecimiento*. El salto, Jalisco: Laboratorios Virbac Méxic.
- Johnson, H. D. (1987). Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. En N. S. Tribe, *Bioclimatology and the adaptation of livestock* (págs. 35-52). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Johnson, H. D.; Kibler, H. H.; C., Ragsdale A.; Berry, I. L. and Shanklin, M. D. (1961). Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. *J. Dairy Sci.*, 44: 1191.
- Johnson, H.D. (1965). Environmental temperature and lactation (with special reference to cattle). *J. Biometeorol (9)*, 2: 103-116.
- Jonhson, H. D. and Vanjonack, W. J. . (1976). Effects of environmental and the other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *J. Dairy Sci*, 9: 1063- 1070.
- Jonhson, H.D. (1980). Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic changes. *J. Biometerol. Journal Dairy Science* , 92: 3915- 3921.
- LeDividich, J.; Herpin, P.; Geraert, P. A.; Vermorel, M. (1992). Cold stress. En P. C. D., *Farm animals and the environment* (págs. 3-26.). Wallingford: CAB International.

- Legates, J. E.; Farthing, R. B.; Barranda M. S. (1991). Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions . *J. Dairy Sci*, 2490- 2500.
- Leyva C.J.C.1*, Félix V.P.1, Osuna A.J.D.1, Ávalos C.R.1, Correa C.A.2, Luna N.P.3, Munguía X.J.A.3, Morales M.I.P.1 y. (9 de Octubre de 2009). Desempeño productivo del ganado lechero controlando la ventilación y asperción de agua bajo condiciones semihúmedas de verano del sur de sonora. *XIXª Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos entro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO) del INIFAP.*, (pág. 1). Mexicali, Baja California, México.
- Loaiza, M. A. (2011). Crianza de becerros. *INIFAP, Folleto Técnico # 5*, 11-16.
- Martínez, A. (2006). Efectos climaticos sobre la producción del vacuno lechero: estres por calor. *Revista electronica de veterinaria*, 8-11.
- McCoy, G. C. y Williams, B. J. (1969). Effect of diet and time on blond serum proteins in the newborn calf. *Journal Animal Sciences*, 53: 358-362.
- McDowell, R. E.; Hooven, N. W. and Camoens, J. K. (1976). Effect of climate on performance of Holstein in first lactation. *J. Dairy Sci.*, 5: 965-973.
- McDowell, R. E.; Moody, E .G.; Van Soest, P. J.; Lehmann, R. P.; Ford, G. L. (1969). Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. *J. Dairy Sci. Vol. 52.* , 188-194.
- Medina, C. M. (1994). *Medicina Productiva en la Crianza de Becerras Lecheras.* Mexico D. F.: Limusa .
- Minson, J. D. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition.* San Diego California: Academic Press.
- Murphy, M. R. (1992). Water metabolism in dairy cattle. *J. Dairy Sci. Vol. 75.*, 326-333.
- National Research Council. (1981). Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. *Washington, DC: National Academy Press*, 152.
- National Research Council. (1987). Predicting feed intake of food-producing animals. *Washington, DC: National Academy Press*, 85.
- National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle . *Washington, DC: National Academy Press*, 333.

- Osorio, M. y Segura J. (2001). Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble proposito en el tropico. *Memoria XIV Reunión Científico Tecnológica, Forestal y Agropecuaria* (págs. 123-127). Villahermosa, Tabasco: INIFAP Produce.
- Palombi, C. and Paolucci, M. (2013). Evaluation of remote monitoring of paturition in dairy cattle as a new tool for calving managent. *BMC Veterinary Research*, 9: 2-7.
- Parquer, R. (1996). Desarrollo de Vaquillas de Reemplazo con Excelente Nutrición y Manejo. *Holstein México*.
- Playford, J. R.; Macdonald, E. C.; Johnson, S. W. (2000). Colostrum and milk-derived peptide growth factors the treatmen of gastrointestinal disoders. *Am Journal Clinical Nutrition*, 72: 5-13.
- Prestom, T. (1969). *Cría y aloamiento de terneros*. Zaragoza España: Acribia.
- Ramos, A. C. (2002). como combatir el estres calorico. *Entorno Ganadero*, 75-83.
- Renner, E. J. . (1989). Digestion y Metabolismo en el Ternero. En *Los terneros* (pág. 25). Hemisferio Sur.
- Robinson. (1972). Evaluation of a cooling system used in the dry period of dairy cattle in summer. *Tec. Pec. Mex.*, 45: 209-225.
- Roseler, D. K.; Fox, D. G.; Chase, L. E.; Pell, A. N.; Stone, W. C. (1997). Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating holstein dairy cows. *J. Dairy Sci. Vol. 80.*, 878-893.
- Roy, B. J. (1972). Manejo y alimentación. En *El ternero*.
- Salvador, A. (mayo de 2012). *Estrategias para minimizar el efecto del estrés calórico en vacas lecheras*. Obtenido de <http://www.dpa.com.ve/documentos/CD1/page12.html>.
- Sanchez, W. K.; McGuire, M. A.; Beede, D. K. (1994). Macromineral nutrition by heat stress interactions in dairy cattle. *J. Dairy Sci. Vol. 77.* , 2051-2079.
- Schmidt, K. (1990). Animal physiology (Adaptation and environment). *Cambridge University Press*, 630.

- Schneider, P. L.; Beede, D. K.; Wilcox, C. J. (1986). Response of lactating cows to dietary sodium source and quantity and potassium quantity during heat stress. *J. Dairy Sci.* Vol. 69., 99-100.
- Schneider, P. L.; Beede, D. K.; Wilcox, C. J. and Collier, R. J. (1984). Influence of dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat stressed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67: 2546-2553.
- Seath, D. M. and Miller, G. D. . (1946). Effect of warm weather on grazing performance of milking cows. *J. Dairy Sci.*, 29: 199-206.
- Shearer, J. K. and Beede, D. K. (1990). Thermoregulation and physiological of dairy cattle in hot wheather. *Agri-Practice* 12, 11-14.
- Shearer, J. K.; Beede, D. K.; Bucklig, R. A. and Bray, D. R. (1991). Environmental modifications to reduce heat stress in dairy cattle. *Agri-Practice* 12, 4: 7-18.
- Silanikove, N. . (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic. *Liv. Prod. Sci.*, 67: 1-18.
- Solís, J. J.; Segura, J. C; Aguilar, F.; Segura, V. M. (2008). Prevalencia de anticuerpos contra histophilus somni y factores de riesgo en ganado para carne . *Vet. México*, 29-38.
- Stallings, C. C. (1987). Ten tips for feeeding during hot weather . *Virginia Dairyman*, Vol. 51:59.
- Stott, G. H.; Marx, D. B.; Menefee, B. E.; Nighthengale, G. T. (1976). Calostrat immunoglobulin transfer in cal III. Amount of absortion. *J. Dairy Sci.*, 1902-1913.
- Thom, E. C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12: 57-59.
- Thomas, C. K. and Pearson, R. A. (1986). Effects of ambient temperature and head cooling on energy expenditure, food intake and heat tolerance of Brahman and Brahman x Friesian cattle working on treadmills. *Anim. Prod.* , 43: 83-90.
- Valk, H.; Beynen, A.C. (2003). Proposal for the assesment of phosphorus requirements of dairy cows. *Livestock Prod. Sci.* vol 79, 267-272.
- Vasseaur, E.; Rushen, J.; Passille. (2009). Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since borth, calf vigor, or provision of heat. *Jornal Dairy Science* , 92: 3915-3921.

- Wattiaux, M. A. (2003). "Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete"; Cap. 31: *Diarrea Neonatal; Instituto Babcock para el Desarrollo y la Investigación Internacional de la lechería (En línea) malito: babwebarrocalshp.cals.wisc.edu (consultado julio 2003).*
- Weaver, M. D.; Tyler, W. F.; Vanmetre, C. D.; Hostetler, E. D. and Barrinton M. J. (2000). Passive transfer of colostrum immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* , 14:569–577.
- Webster, J. (1996). Indices from clinical observation, professor of animal husbandry. *University of Bristol*, welfare assessment.
- West, J. C. (2003). Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci* 86, 2131-2144.
- West, J. W. (1999). Nutritional strategies for managing de heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci. Vol. 77*, 21-35.
- winchester, C. and Morris, M. (1956). Water intake rayes of cattle. *J. Anima. Sci.*, 15: 722-729.
- Yabuta, O. Y. (2000). *El estrés calórico en el ganado lechero*. Obtenido de Universidad Autonoma de Tamaulipas: <http://fmvz1.uat.mx>