

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Efecto del estrés calórico sobre la salud en becerras Holstein lactantes

POR

LUIS JORGE LÓPEZ CARVAJAL

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto del estrés calórico sobre la salud en becerras Holstein lactantes

POR

LUIS JORGE LÓPEZ CARVAJAL

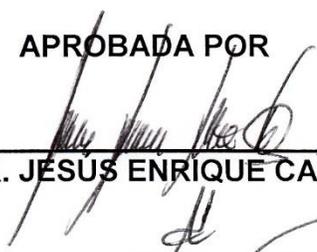
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

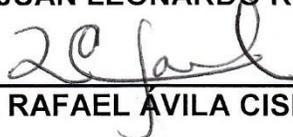
VOCAL:

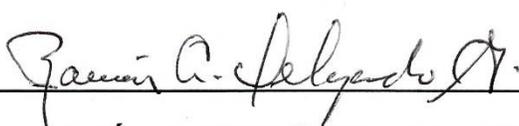

DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL:

DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

VOCAL SUPLENTE:


MC. RAFAEL AVILA CISNEROS


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinador de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto del estrés calórico sobre la salud en becerras Holstein lactantes

POR

LUIS JORGE LÓPEZ CARVAJAL

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

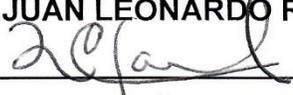
ASESOR PRINCIPAL:


DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

ASESOR:


DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

ASESOR:


MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS



MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Jorge López Gómez y Seferina Carbajal Nolasco por haber creído en mi hasta el último momento, gracias por darme una carrera para mi futuro, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis abuelos, Cresencio Carbajal Jose Maria y Catalina Nolasco Hipólito por amarme y apoyarme siempre, esto también se los debo ustedes.

A mis hermanas, Danny Chicelt López Carvajal, Keila López Carvajal y Jennifer López Carvajal por estar siempre conmigo y apoyarme, las quiero mucho.

A mis tíos, Esperanza, Florencia, Eugenia, Araceli, Griselda, Sabina, Imelda, Aristeo, Julián, Froylán, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos, GRACIAS, en especial a Roberto Carbajal Nolasco por brindarme el conocimiento necesario de campo y la disciplina para ser un hombre de bien, MUCHAS GRACIAS por ser un padre en mi vida.

A mis primos, quisiera nombrarlos a cada uno de ustedes pero son muchos, pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno, a todos los quiero mucho y más que primos son mis hermanos.

A mis amigos, Miguel Angel Tepetate Acosta, Nidia Ivette Castro Castro, Luis Ernesto Pilotzi Pilotzi, Claudia Tepetate Acosta, Celina Valeria Ojeda Martínez, Gabriela Santos Valerio, Silvestre De Jesús Montoya Salas, Julio Cesar Sánchez Chávez, Gerardo Jiménez Tafoya, Cristina Soto Calderón, Karla Lázaro Velázquez, Andrés Cruz Velasco, Efraín Palma Trejo, Efrén Palma Trejo,

Juan Manuel Vásquez, gracias por estar conmigo en todo este tiempo y recuerden que siempre los llevare en el corazón.

A mi Alma Mater, por permitirme ser parte de ella y brindarme una formación como profesionista.

Al Dr. Ramiro González Avalos, por brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación.

DEDICATORIAS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Jorge López Gómez y Seferina Carbajal Nolasco por haber creído en mi hasta el último momento, gracias por darme una carrera para mi futuro, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis abuelos, Cresencio Carbajal Jose Maria y Catalina Nolasco Hipólito por amarme y apoyarme siempre, esto también se los debo ustedes.

A mis hermanas, Danny Chicelt López Carvajal, Keila López Carvajal y Jennifer López Carvajal por estar siempre conmigo y apoyarme, las quiero mucho.

A mis tíos, Esperanza, Florencia, Francisca, Eugenia, Araceli, Griselda, Sabina, Imelda, Aristeo, Julián, Froylán, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos, GRACIAS, en especial a Roberto Carbajal Nolasco por brindarme el conocimiento necesario de campo y la disciplina para ser un hombre de bien, MUCHAS GRACIAS por ser un padre en mi vida.

A mis primos, quisiera nombrarlos a cada uno de ustedes pero son muchos, pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno, a todos los quiero mucho y más que primos son mis hermanos.

A mis amigos, Miguel Angel Tepetate Acosta, Nidia Ivette Castro Castro, Luis Ernesto Pilotzi Pilotzi, Claudia Tepetate Acosta, Celina Valeria Ojeda Martínez, Gabriela Santos Valerio, Silvestre De Jesús Montoya Salas, Julio Cesar SánchezChávez, Gerardo Jiménez Tafoya, Cristina Soto Calderón, Karla LázaroVelázquez, Andrés Cruz Velasco, Efraín Palma Trejo, Efrén Palma Trejo, Juan Manuel Vásquez, gracias por estar conmigo en todo este tiempo y recuerden que siempre los llevare en el corazón.

A mi Alma Mater, por permitirme ser parte de ella y brindarme una formación como profesionista.

Al Dr. Ramiro González Avalos, por brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación.

RESUMEN

La temperatura ambiente es un elemento que siempre está presente en la producción ganadera. Las condiciones ambientales pueden con frecuencia exceder el umbral de la capacidad compensatoria de los animales, afectando adversamente su crecimiento, salud y bienestar. Los objetivos del presente trabajo fueron: identificar la temperatura y humedad donde las becerras padecen estrés calórico, además de la salud y mortalidad de las mismas. Se registró la temperatura y humedad a las 8 de la mañana, 12 de medio día y a las 4 de la tarde. Las enfermedades que se registrarán para determinar la salud de las becerras son: diarreas y neumonías, además, de la mortalidad. El registro se realizó a partir del nacimiento hasta los 45 días de vida. Se registraron los nacimientos del área de crianza durante los meses de julio y agosto. El análisis de los datos se llevó a cabo mediante estadística descriptiva. El 6.8% (52/760) de las crías presentaron estrés calórico y se observó el 8.3% de mortalidad de las mismas (4/52). En el 50% (26/52) de las crías se observó diarrea y no se observaron problemas respiratorios. La temperatura en la cual se presentaron los casos oscila entre 34 a 38°C promedio con una mínima de 30.5 y una máxima de 41.8°C; la humedad ambiental oscila entre 26 y 34% promedio; con una mínima de 20% y una máxima de 66%. El estrés calórico afecta en la salud y vida de las becerras.

Palabras clave: crecimiento, estrés, humedad ambiental, recién nacida.

Índice General

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iii
RESUMEN.....	v
Índice General.....	vi
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Clima y ambiente	3
2.2. Temperatura ambiente.....	5
2.3. Humedad atmosférica.....	6
2.4. Estrés calórico.....	7
2.5. Disipación de calor	11
2.6. Las variaciones dentro y entre las razas	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5. CONCLUSIONES	24
6. LITERATURA CITADA.....	25

Índice de cuadros

Cuadro 1	Efecto del estrés calórico sobre la morbilidad y mortalidad de becerras Holstein lactando.	19
----------	--	----

Índice de figuras

Figura 1	Hora del día en que se identificaron las crías con estrés calórico.	20
Figura 2	Temperatura corporal de las becerras Holstein cuando se diagnosticó estrés calórico.	21
Figura 3	Temperatura ambiente registrada durante el estudio.	22
Figura 4	Humedad ambiental registrada durante el estudio.	23

1. INTRODUCCIÓN

Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, es decir, organismos que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal. Esta capacidad es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con el metabolismo normal; incluso, también es de interés para el funcionamiento del tejidos cerebrales (Shearer y Bray, 1995). La Organización Mundial de la Salud (2003) define al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara al organismo para la acción metabólica. Estrés es una expresión que deriva del latín, la cual fue utilizada con mucha insistencia, durante el siglo XVII para representar “adversidad” o “aflicción”. El estrés implica cualquier factor que actúe interna o externamente al cual se hace difícil adaptar y que induce un aumento en el esfuerzo por parte del animal, para mantener un estado de equilibrio dentro de él mismo y con su ambiente externo. El estrés calórico sobre el animal trastorna las necesidades nutritivas afligiendo su sistema gastrointestinal y metabólico (Roca, 2011). Modificaciones del fotoperiodo, temperatura, lluvias y disponibilidad de alimento son factores ambientales que afectan diferentes momentos del desarrollo biológico de un individuo. Estos eventos parecen sincronizar aspectos fisiológicos tales como la reproducción, el crecimiento de tejidos y el metabolismo, de acuerdo a las condiciones en que se encuentren los animales (Souza *et al.*, 2006).

Cuando pensamos en los efectos del medio ambiente en terneros, estrés por frío es a menudo en la preocupación más común, especialmente en los climas más templados. Sin embargo, las altas temperaturas del verano, el sol caliente y alta

humedad pueden causar estrés térmico en los becerros al igual que en el hato de ordeño. Estos factores pueden afectar a los becerros varios meses del año si se encuentran en las zonas más cercanas al ecuador. Los terneros también sufren por acción del calor, con reducciones dramáticas en el crecimiento aparente antes y después del destete (Broucek *et al.*, 2009). La reducción del consumo de alimento y el aumento de las necesidades energéticas de mantenimiento, junto con baja inmunidad puede conducir a un crecimiento pobre, mayor susceptibilidad a las enfermedades, y en casos extremos la muerte (Jones y Heinrichs, 2013).

1.1. Objetivos

Identificar la temperatura y humedad donde las becerras padecen estrés calórico.

Monitorear los eventos de diarrea, neumonía y mortalidad de becerras que padecen estrés calórico.

1.2. Hipótesis

Las becerras con estrés calórico presentan mayor incidencia de enfermedades y se incrementa la mortalidad en las mismas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La ganadería Mexicana que viene desarrollándose actualmente, ha tomado con mayor interés la práctica de criar y desarrollar en sus propios establos a las becerras de reemplazo, la importancia de esto estriba en que esta práctica, es y será más rentable desde el punto de vista económico y zoonosanitario (Basurto, 1998). La cría de reemplazos la podemos definir como a aquellos animales que por condiciones de selección en un momento dado, nos servirán para sustituir a otras vacas que por alguna u otra razón son dadas de baja en el hato o para ampliar la población del establo (Parquer, 1996). La importancia de la cría del ganado de leche radica en la multiplicación de animales, cuyos descendientes posean las cualidades hereditarias necesarias para producir la máxima cantidad de leche composición ideal y desarrollar la conformación deseada, por lo que su potencial genético debe aprovecharse lo máximo posible. La justificación económica del mejoramiento del ganado es que las buenas vacas proporcionan más ganancias; Existen dos razones principales para el aumento en el índice de producción por animal lechero: 1.- Que la capacidad productiva se incremente mediante la selección, alimentación y manejo adecuado. 2.- Obtener una mayor producción por animal, con ello mayores ganancias y menores costos (Bath y Col, 1989).

2.1. Clima y ambiente

Sabemos que la producción y rendimiento de los animales que explotamos comercialmente es afectada por factores ambientales y genéticos. En un sentido amplio, el ambiente es la suma de todas las condiciones externas y circunstancias que afectan la salud, el bienestar, la productividad y la eficiencia

reproductiva de un animal. Incluye todos los factores alrededor de los animales que los afectan, tales como el manejo, la nutrición, aspectos sociales y las enfermedades. Incluye también factores climáticos como temperatura, humedad y ventilación, los que deben ser manejados apropiadamente o modificados si resulta práctico, para obtener una buena eficiencia de producción. El ambiente afecta el grado de expresión del potencial genético de un animal. (Echevarria y Miazzo, 2002).

Factores climáticos (clima frío, húmedo y ventoso) afectan a la supervivencia de los terneros débiles (Martin *et al.*, 1975). La reacción del animal a factores de estrés depende de la duración y la intensidad de los factores de estrés, la experiencia del animal anterior a los factores de estrés, su estado fisiológico, y las restricciones ambientales inmediatas. Un animal puede reaccionar ya sea por un comportamiento o una respuesta fisiológica, pero más a menudo una combinación de ambos. La duración y la intensidad de estrés pueden afectar la capacidad del animal para crecer, reproducirse y mantener la salud (stull, 1997). Hay muchos aspectos de la genética que influyen en la respuesta al estrés por calor, y la variación entre razas es grande. Uno de los retos asociados con el manejo de ganado de alta producción en un ambiente caluroso es que la selección para aumentar el rendimiento es a menudo en conflicto con el mantenimiento de homeotermia. El mantenimiento de la temperatura corporal es hereditario, mediante características incluyendo la competencia de la sudoración, la resistencia del tejido baja, estructura de pelo y de color (Finch, 1986). Si son trasladados desde su ambiente natural a un nuevo ambiente, ciertas razas y/o biotipos dentro de una misma raza tienen más éxito que otros para adaptarse a

las nuevas condiciones quedando reflejado el grado de adaptación en la habilidad para crecer, reproducirse regularmente y producir carne y/o leche. Cada una de las especies animales tiene un rango de temperatura ambiental óptima, que se conoce como zona de confort, variable de acuerdo a la especie y dentro de cada una de ellas a las razas. Cuando los animales se mantienen a una temperatura inferior o superior a su grado de confort, su ritmo metabólico aumenta o disminuye sobre lo normal (Lozano, et al., 2006).

2.2. Temperatura ambiente

Es el elemento más importante que limita el tipo de animal que puede criarse en una región determinada. El confort y normal funcionamiento de los procesos fisiológicos del animal dependen del aire que rodea su cuerpo. El calor se pierde por mecanismos físicos desde la piel caliente hacia el aire más fresco que la rodea. Si la temperatura del aire es superior al rango de confort, disminuye la pérdida de calor y si aumenta por encima de la temperatura de la piel, el calor fluirá en dirección inversa (Córdova y col, 2009).

Cuando la temperatura del aire es baja, el calor procedente del cuerpo del animal fluirá hacia el exterior hasta provocar falta de confort y reducir la eficiencia productiva. No obstante, si el animal dispone de suficiente alimento, puede mantener su temperatura corporal en magnitudes compatibles con la vida (Córdova y col, 2009).

Las altas temperaturas son un grave problema para la producción animal (Villagómez *et al.*, 2000). Además del calor procedente de la atmósfera, el organismo animal puede calentarse o enfriarse por la temperatura de los objetos que le rodean. En este sentido, la fuente más importante de calor es el suelo. La

velocidad, dirección y origen del viento, como asimismo la altitud, también influyen sobre la temperatura prevalente (Córdova y col, 2009).

La temperatura ambiente es un elemento que siempre está presente en la producción ganadera. Las condiciones ambientales pueden a menudo exceder el umbral de la capacidad compensatoria de los animales, afectando adversamente su performance, salud y bienestar (Hahn, 1995).

Las altas temperaturas del medio pueden impedir el crecimiento de los animales después del destete, el grado difieren según la raza, la edad, condición corporal, el plano de nutrición y la humedad relativa (Hafez, 2000).

2.3. Humedad atmosférica

Cuando las temperaturas medias diarias caen fuera del rango confort, otros elementos climáticos adquieren importancia para la homeostasis del animal.

La humedad del aire reduce notablemente la tasa de pérdida de calor del animal. El enfriamiento por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio depende de la humedad del aire. Si la humedad es baja (zonas cálidas y secas), la evaporación es rápida. Por otro lado, si la humedad resulta elevada (zonas cálidas y húmedas), la evaporación es lenta, reduciéndose la pérdida de calor y por consiguiente, alterando el equilibrio térmico del animal (Hafez, 2000). Este elemento climático resulta muy importante en la producción ganadera, pues una humedad elevada favorece la proliferación de endo y ectoparásitos (Henshall, 2004) y las condiciones nutritivas pueden ser defectuosas al acentuar las deficiencias minerales del suelo y reducir la calidad de los alimentos. Bajo condiciones de temperatura y humedad elevadas los forrajes crecen aceleradamente y su bajo valor nutritivo se debe al alto contenido de fibra cruda

y lignina, su bajo tenor proteico, pocos hidratos de carbono fácilmente disponibles y baja digestibilidad (Hafez, 2000).

2.4. Estrés calórico

Existen rangos de tolerancia frente a la temperatura ambiental, denominados bienestar térmico para los animales. Las mejores condiciones de temperatura y humedad relativa para criar animales, en general, están alrededor de los 13 a 18°C y 60 a 70%, respectivamente (Pires y campos, 2003). Los rangos de temperatura ambiental reportados como de confort para animales de tipo *Bos taurus* van de 0 a 20°C y para *Bos indicus* de 10 a 27°C, con 70% de humedad ambiental en ambos casos, aunque se reportan diferencias entre razas, edad, estado fisiológico, sexo y variaciones individuales de los animales (Johnson, 1987). Éstos, al verse sometidos a temperaturas por encima de dicho rango, responden mediante mecanismos compensadores como la evaporización respiratoria y cutánea, los cuales tienen un alto gasto energético. Cuando dichos mecanismos son insuficientes, la temperatura corporal aumenta produciendo hipertermia o estrés térmico (Chemineau, 1993). Los efectos del estrés calórico sobre el animal pueden ser de dos tipos: 1. Directos: son las alteraciones del metabolismo para acomodarse al incremento de calor, con repercusión hormonal, las cuales afectan directamente el inicio de la actividad ovárica. 2. Indirectos: cuando ocurre alteración de la calidad y cantidad del alimento. Entre los factores que influyen el grado de afección por estrés calórico se pueden mencionar: raza, estado fisiológico, nivel de producción láctea, edad, color de la piel, exposición al ambiente y variación propia de los animales (González, 2003).

El estrés por calor se produce cuando cualquier combinación de condiciones ambientales provoca que la temperatura efectiva del medio ambiente sea superior a la neutralidad térmica (confort) del animal. Cuatro factores ambientales influyen en la temperatura efectiva: la temperatura del aire, la humedad relativa, el movimiento del aire, y la radiación solar (Armstrong, 1994).

Las fuentes de energía disponibles en el nacimiento son: las reservas corporales de glucógeno hepático y muscular, proteínas y lípidos lábiles. Las reservas de glucógeno se movilizan rápidamente y descomponen en el ternero en ayunas. La glucosa se utiliza para la termogénesis y de la actividad física, como lo demuestra el aumento en el cociente respiratorio del 4 al 6% cuando el ternero está luchando para ponerse de pie. La movilización de proteínas es probablemente grande debido a los altos niveles de corticoides después del nacimiento (Olson *et al.*, 1981). Se puede esperar que la gluconeogénesis comience rápidamente después del nacimiento y contribuye a mantener la glucemia (Warnes *et al.*, 1977).

El estrés agudo es la respuesta fisiológica a las amenazas físicas o psicológicas a la homeostasis de un animal. A medida que el animal percibe una amenaza, factor liberador de corticotropina se produce en el hipotálamo, iniciando una cascada de eventos a lo largo del eje hipotálamo-pituitaria adrenal (HPA). La estimulación de los receptores de factor liberador de corticotropina ubicados en la glándula pituitaria anterior produce una liberación de ACTH y glucocorticoides como el cortisol por la glándula suprarrenal. Como parte del control alostática de estrés, cortisol regula la liberación de glucosa desde el hígado e inhibe la

producción de ACTH en la pituitaria, en última instancia, la disminución de la producción de cortisol (Douglas, 2005).

Estimulación aguda leve del eje HPA produce un aumento transitorio en el metabolismo y la suspensión temporal de la digestión, el crecimiento y la reparación (Sapolsky, 2004). Si un animal tiene reservas suficientes, puede recuperarse de estos cambios fisiológicos. Durante estrés agudo, elevadas las concentraciones circulantes de cortisol activan los receptores de glucocorticoides en el hígado que aumentan la expresión de la glucosa-6-fosfatasa, que a su vez aumenta la producción y secreción de glucosa. El estrés agudo también aumenta la secreción de adrenalina, lo que estimula la producción de insulina. Durante el estrés crónico, reservas biológicas se agotan, lo que lleva a la fatiga suprarrenal y la hipoglucemia. Otra consecuencia fisiológica de la producción de ACTH prolongada y elevación crónica de la concentración de cortisol en plasma es la interrupción de las funciones del sistema inmunológico. Los receptores de glucocorticoides citoplasmáticos se encuentran en casi todas las células de mamíferos. Los porcentajes de neutrófilos y eosinófilos aumentan con estrés agudo. Por el contrario, la elevación crónica de la concentración de ACTH reduce la producción de neutrófilos (Bilandzić *et al.*, 2006).

Supresión crónica del sistema inmune desplaza el perfil diferencial de leucocitos, lo que hace incluso el sistema inmune humoral ineficiente (Moberg, 2000). Además de los beneficios de la elevación de la respuesta inmune humoral a expensas de la inmunidad mediada por células durante el estrés agudo (Bilandzić *et al.*, 2006), cambios en el comportamiento durante el estrés agudo son beneficiosos para el animal. El aumento de cortisol en suero aumenta la

producción y secreción de noradrenalina, que aumenta la atención. Sin embargo, la estimulación repetida del hipotálamo y la activación de las células neuronales de la amígdala modifica la morfología de las dendritas en estas regiones del cerebro. Esta morfología alterada cambia la sensibilidad de las neuronas y puede causar ansiedad, aumento de la agresión, y otros cambios de comportamiento asociados con el estrés crónico (Cook y Wellman, 2004).

El estrés por calor generalmente causa una disminución en el consumo de alimento. Por lo tanto, las altas temperaturas inhiben el crecimiento y el aumento de masa en el ganado, dependiendo del genotipo, la edad y la capacidad de adaptación. No sólo se reduce el rendimiento, ya que el calor hizo hincapié en el ganado puede aumentar la ingesta de agua, de pie en lugar de acostarse, y aumentar la tasa de respiración y la temperatura corporal, así como, en los casos más graves, morir, lo que resulta en pérdidas económicas en los ingresos del industria ganadera (Blackshaw y Blackshaw 1994; Nardone *et al.*, 2006). La situación más difícil se produce en el exterior-cría de terneros. La cría de terneros en becerreras exteriores individuales se ha promovido toda Eslovaquia desde principios de la década de 1980 (Broucek *et al.*, 1988), principalmente porque la vivienda exterior individual reduce la transmisión de enfermedades. Coincidente con el desarrollo de las jaulas de plástico comerciales que retienen la radiación solar, la popularidad de los cobertizos para terneros también ha aumentado en los climas más fríos del norte. La principal ventaja de las jaulas para terneros es la minimización del riesgo de transmisión de enfermedades a partir de ternero a ternero; Sin embargo, los terneros en jaulas, aparentemente, no tienen la posibilidad de protección contra las altas temperaturas. No pueden emitir calor

por convección o conducción, ya que es posible sólo cuando las temperaturas del aire son inferiores a la temperatura de su piel, y no pueden buscar la sombra (Soch, 2005; Schäffer y vonBorell, 2008).

Jaulas colocadas en la luz solar directa mostraron una temperatura ambiente interna más alto debido a una transferencia de calor desde la superficie exterior. Esto dio lugar a tasas de temperatura de la piel y respiración más altos (Spain y Spiers, 1994). Estos signos clínicos de la tensión de alta temperatura incluyen jadeo con la boca abierta, babeo, la renuencia o incapacidad para elevarse, el aumento de lamido de pelo, y embotamiento general, incluidos los signos neurológicos con la mirada y los ojos vidriosos. El ternero bajo sombra está protegido de los rayos directos del sol; sin embargo, todavía se expone a grandes cantidades de energía solar difusa (Blackshaw y Blackshaw, 1994).

La mala salud en los terneros se atribuye con frecuencia a la mala ventilación, que implica un conjunto de factores ambientales. Estos incluyen la temperatura, flujo de aire, la humedad, los patógenos transportados por el aire y gases (Turnbull, 1980).

2.5. Disipación de calor

Los mecanismos de disipación de calor son la radiación, conducción, convección y evaporación. La radiación es la pérdida de calor mediante rayos infrarrojos o calóricos, la cual varía con la superficie corporal del animal, siendo menor en animales voluminosos (Bavera y Beguet, 2003).

En el ganado vacuno, por ejemplo, aunque la provisión de sombra no elimina completamente el impacto de las altas oleadas de calor (Gaughan *et al.*, 2010), la carga calórica disminuye y por consiguiente la radiación es menor redundando en el bienestar de los animales (Sullivan *et al.*, 2011). Especialmente en épocas secas, los parámetros productivos pueden verse menos afectados en la medida que la alimentación cumpla con los requerimientos del animal (Mader *et al.*, 1999).

Por consiguiente, la conducción es la pérdida de calor ocasionado por la diferencia de temperaturas entre sistemas vecinos, de ahí la importancia de la conductividad del tegumento que integra la cobertura y las superficies internas que están en contacto con el medio externo como tracto respiratorio y digestivo. La convección es el intercambio de calor mediante el fluido sanguíneo y la rapidez del flujo del aire externo, de esta manera el calor perdido por convección en primer lugar dependerá de la densidad, calor específico y humedad del ambiente y en segundo lugar de las características de la superficie sobre la que incide el aire (Kolkhorst *et al.*, 2002; Bavera y Beguet, 2003).

El viento ayuda a reducir los efectos del estrés calórico durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por evaporación (Mader *et al.*, 1997). Por último, los endotermos pierden calor mediante la evaporación a través de la piel por mecanismos de transpiración y perspiración y mediante el sistema respiratorio a través del jadeo (Bavera *et al.*, 2003). De este modo, la transpiración y la vasodilatación cutánea activa es la mejor defensa autónoma contra el calor (Asahina *et al.*, 2007).

Algunas de las características que permiten que las vías de pérdida de calor sean eficientes. Son de carácter evolutivo, dadas por la condición homeotérmica del animal, permitiendo que la temperatura sea usada como control fisiológico (Kadzere *et al.*, 2002). Sin embargo, bajo condiciones de estrés estas características pueden ser dadas por el proceso de aclimatación, descrito como la respuesta fenotípica del animal ante situación de adversidad ambiental (Nardone *et al.*, 2010). El proceso de aclimatación se caracteriza por ser flexible. Permitiendo que el animal tolere situaciones severas; sin embargo, cuando se pierde el agente estresor, las alteraciones regresan a la normalidad, basándose en modificaciones homeorréticas y no homeostáticas (Collier y Zimbelman, 2007).

2.6. Las variaciones dentro y entre las razas

La pérdida de calor de los terneros jóvenes no sólo está influenciada por las condiciones climáticas, sino también por raza. Es un 30% más alto en Jersey que en los terneros frisonos cuando se exponen al viento y la lluvia a una temperatura de 0 °C (Vermorel, 1983). Esta diferencia puede surgir de la capa de pelo más claro en los terneros Jersey (164 vs 350 g/m²) (Holmes y McLean, 1975). Sin embargo, no hay ninguna diferencia significativa entre razas a 20 °C (Vermorel, 1983).

Terneros lecheros están siendo criados en mayores densidades en estructuras diseñadas para asegurar el control del medio ambiente. Sin embargo, el efecto de las condiciones ambientales extremas, incluyendo la temperatura del aire en el bienestar físico terneros no es completamente concluyente o conocido. Las evaluaciones de la respuesta fisiológica de las terneras lecheras para el ambiente

térmico con suerte van a dilucidar una interrelación tan complejo (Neuwirth y Col, 1979).

Los animales endotermos hacen frente a las variaciones de temperatura a través de la modificación de mecanismos fisiológicos y comportamentales, los cuales les permiten conservar la temperatura corporal dentro de un rango más estable (Bianca, 1968). Los mecanismos fisiológicos se desencadenan en tres fases: sensaciones térmicas aferentes, regulación central y respuestas eferentes (Kurz, 2008), los cuales se desarrollan de manera prioritaria frente a muchas otras actividades fisiológicas (Hansen, 2009).

En contraposición, la regulación de la temperatura corporal en los animales ectotermos está vinculada directamente a la disponibilidad de la radiación solar la cual varía temporal y espacialmente (Angilleta *et al.*, 2002).

Las sensaciones térmicas aferentes son percibidas por termorreceptores, los cuales están localizados en las diferentes capas dérmicas (Kurz, 2008). Según Iggo (1982) los receptores térmicos para calor o frío son diferentes en reptiles y mamíferos. Los termo-receptores cutáneos de calor y frío captan variaciones del medio ambiente enviando aferencias a las áreas sensoriales corticales y al hipotálamo; hay termo-recepción a nivel de órganos abdominales, medula espinal y en los conductos venosoarteriales. En la zona preóptica hipotalámica se capta la temperatura interna mediante la circulación sanguínea propia de la zona (Navarro, 2002).

En la región hipotálamo-tálamo, se dan las respuestas a estímulos externos como el cambio de temperatura (Low, 2004). Allí es donde se permite que la temperatura corporal cambie en solo unas décimas de grados. La regulación

central es óptima en las primeras etapas de vida libre, pero presenta disfunciones en la vejez o cuadros patológicos (Fu *et al.*, 2006). El centro de control hipotalámico promueve un patrón de respuestas reflejas. En el proceso de la disminución de la temperatura corporal, por excitación de neuronas vasomotoras se produce vasoconstricción cutánea, por excitación de neuronas simpáticas pilomotoras se genera piloercción, por inhibición de las neuronas simpáticas sudomotoras se anula la sudoración, por excitación de las neuronas simpáticas se aumenta el metabolismo basal, por excitación de las neuronas somatomotoras se induce los temblores musculares y por aumento de la producción de hormona liberadora de tirotrópina se incrementa la producción de hormona tiroidea (Navarro, 2002).

Dado el caso contrario en la temperatura ambiental, es decir, ante un aumento térmico corporal, las reacciones son opuestas. Las respuestas eferentes corresponden a mecanismos de disipación y conservación de calor (Kurz, 2008). Para este efecto, las fibras posganglionares del sistema nervioso simpático se unen a los nervios periféricos somáticos para inervar los vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos piloerectores en tejidos cutáneos y musculares (Li *et al.*, 2002). Aunque las teorías de la coloración del pelaje, advierten significancia en cuanto al comportamiento de defensa frente a depredadores y/o comportamientos sexuales, también se le atribuye a la coloración del pelaje como un mecanismo de adaptación a temperaturas ambientales, en la medida que la coloración clara puede disminuir la ganancia de calor mientras que la coloración oscura disminuye la pérdida, así

comola presencia de melanina en la piel protege de los efectos nocivos de los rayos ultravioleta (Caro, 2009).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 26 de junio al 31 de julio del 2015, en un establo lechero en el municipio de Torreón Coahuila, el cual se encuentra localizado en una

región semidesértica del norte de México a una altura de 1140 msnm, entre los parámetros 25°30' y 25°45' y los meridianos 103°20' y 103°40' O (INEGI, 2009). Se registró la temperatura y humedad a las 8 de la mañana, 12 de medio día y a las 4 de la tarde. Las enfermedades que se registraron para determinar la salud de las becerras son: diarreas y neumonías, además, de la mortalidad. El registro se realizó a partir del nacimiento hasta los 45 días de vida, la clasificación de las crías con diarrea se realizó mediante la observación de la consistencia de las heces, heces normales corresponde a crías sanas y becerras con heces semi-pastosas a líquidas serán crías enfermas. En relación a la clasificación de los problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39,5 °C se consideraron enfermas, si no presentan lo anterior se consideraron crías sanas.

Para monitorear la temperatura de las becerras se utilizó un termómetro rectal digital. Se registraron los nacimientos del área de crianza durante los meses de julio y agosto, se procedió a observar el comportamiento y desarrollo de las crías; para detectar la sintomatología que presenten durante el estrés calórico. Todas las becerras recibieron dos tomas de calostro (2.5 L/toma). Se les administró un sustituto lácteo, cada litro se preparara con 125 g de sustituto mezclado con 875 ml. de agua, la mezcla fue completamente homogeneizada y ofrecida a una temperatura de 39° C. Las becerras recibieron una toma de 4 L en la mañana 07:00 h. hasta el día 45 de vida. El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del segundo día de edad. Finalmente, se ofreció a libre acceso alimento iniciador con 22 % de proteína cruda a partir del tercer día de edad.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante estadística descriptiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el 50% (26/52) de las crías se observó diarrea y no se observaron problemas respiratorios (Cuadro 1).

Cuando pensamos en los efectos del medio ambiente en becerras, el estrés por frío es con frecuencia la preocupación más común, especialmente en los climas templados. Sin embargo, el incremento de las temperaturas del verano, y alta

humedad pueden causar estrés por calor en becerras al igual que en el hato lechero. Por lo que, se observa una reducción del consumo de alimento y el aumento de las necesidades de energía de mantenimiento junto con una disminución de la inmunidad que puede conducir a un crecimiento pobre, mayor susceptibilidad a la enfermedad, y en extremo ocasionar la muerte (Coleen y Heinrichs, 2013).

Los signos observados en las becerras con estrés calórico durante el experimento: deshidratación, jadeo, secreción de baba, incremento en la frecuencia respiratoria, incremento de tiempo en el llenado capilar, temperatura corporal entre 40 y 42°C.

Cuadro 1. Efecto del estrés calórico sobre la morbilidad y mortalidad de becerras Holstein lactando.

Becerras con diarrea	Becerras con problemas respiratorios	Becerras muertas
50% (26/52)	0% (0/52)	8.3% (4/52)

El 6.8% (52/760) de las crías presentaron estrés calórico (Figura 1) y se observó el 8.3% de mortalidad de las mismas (4/52). La hora en la que se observaron mayor incidencia de becerras con estrés calórico (Figura 2) oscila entre las 12:00 y 16:00. La temperatura (Figura 3) en la cual se presentaron los casos oscila entre 34 a 38°C promedio con una mínima de 30.5 y una máxima de 41.8°C; la humedad ambiental (Figura 4) oscila entre 26 y 34% promedio; con una mínima de 20% y una máxima de 66%.

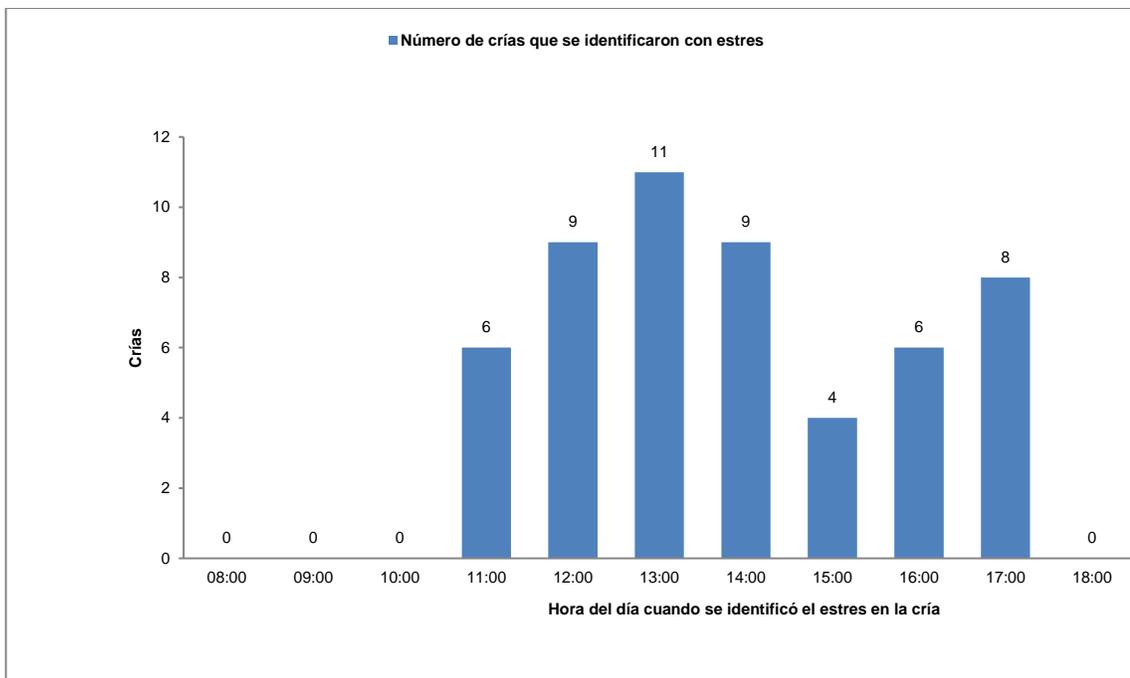


Figura 1. Hora del día en que se identificaron las crías con estrés calórico.

El estrés calórico se observa en asociación con temperaturas extremas y grandes variaciones de temperatura, pero otras variables tales como la humedad relativa y velocidad del viento también pueden contribuir al estrés calórico. La termorregulación en becerros es similar a la de bovinos adultos, pero especialmente becerros resultados de un parto distócico son más propensos a la pérdida de calor. Estrés por calor o frío se traduce en pérdidas económicas directas debido al aumento de la mortalidad y la morbilidad de becerras, como así como los costos indirectos causados por la disminución en la ganancia de peso, el rendimiento y la supervivencia a largo plazo (Roland *et al.*, 2016).

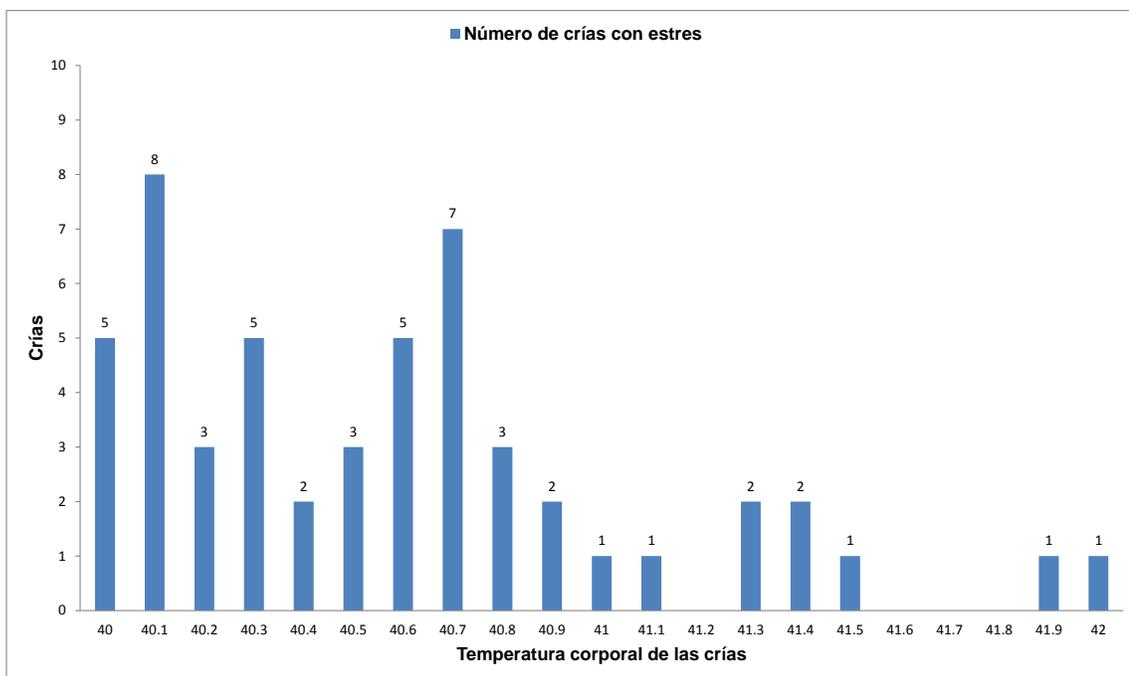


Figura 2. Temperatura corporal de las becerras Holstein cuando se diagnosticó estrés calórico.

En la medida que las becerras tratan de mantener su temperatura corporal, el agua es perdida a través del aumento en la respiración y de la refrigeración por evaporación (transpiración). Si bien sabemos que los terneros necesitan aumentar su consumo de agua para reponer el agua perdida en las funciones de refrigeración, existen pocos datos disponibles para estimar exactamente cuanta cantidad de agua es necesaria conforme aumentan las temperaturas (Coleen y Heinrichs, 2013).

Becerras de menos de tres semanas de edad tienen una zona térmica neutra entre 15 a 25 °C. Por debajo de esta zona comienzan a experimentar estrés por frío, y por encima de esta zona experimentan estrés por calor. Becerras de más de tres semanas de edad comienzan a experimentar el estrés por calor a 21°C (Morrill, 2011).

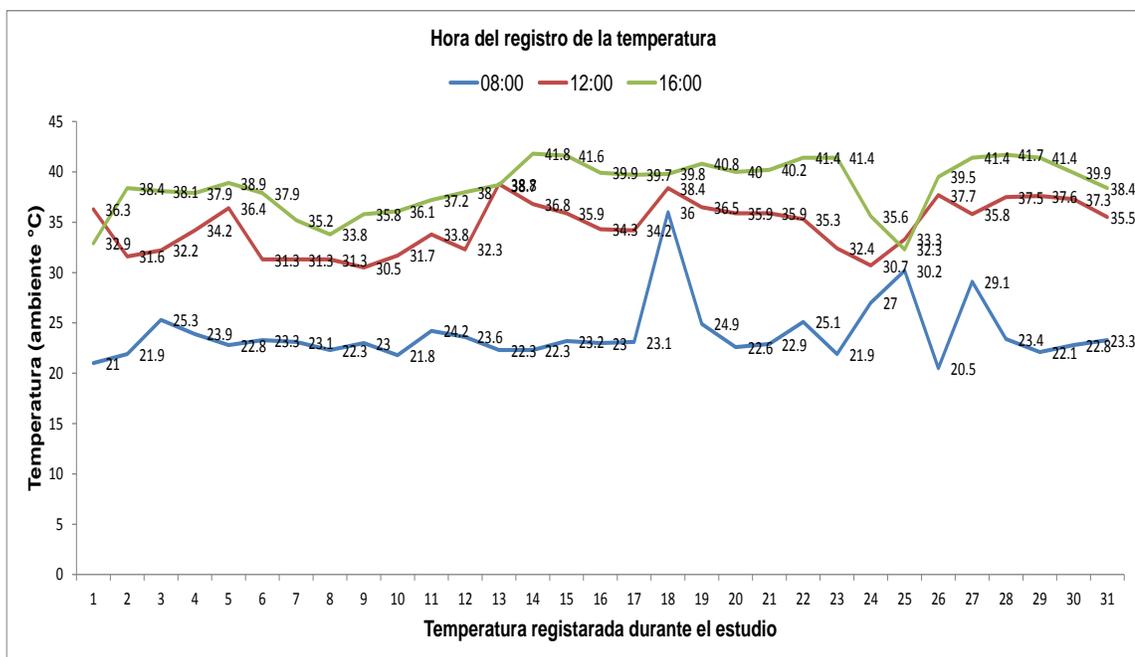


Figura 3. Temperatura ambiente registrada durante el estudio.

Durante períodos de estrés calórico, los becerros lecheros exhiben un crecimiento pobre y una mayor susceptibilidad a las enfermedades debido al menor consumo de alimento (West, 2003) y el aumento de las necesidades energéticas de mantenimiento acoplados con baja inmunidad (Tao y Dahl, 2013). Estudios anteriores han demostrado disminuir significativamente la ganancia diaria de peso en terneros durante los meses de verano (Place *et al*, 1998; Bateman y Hill, 2012).

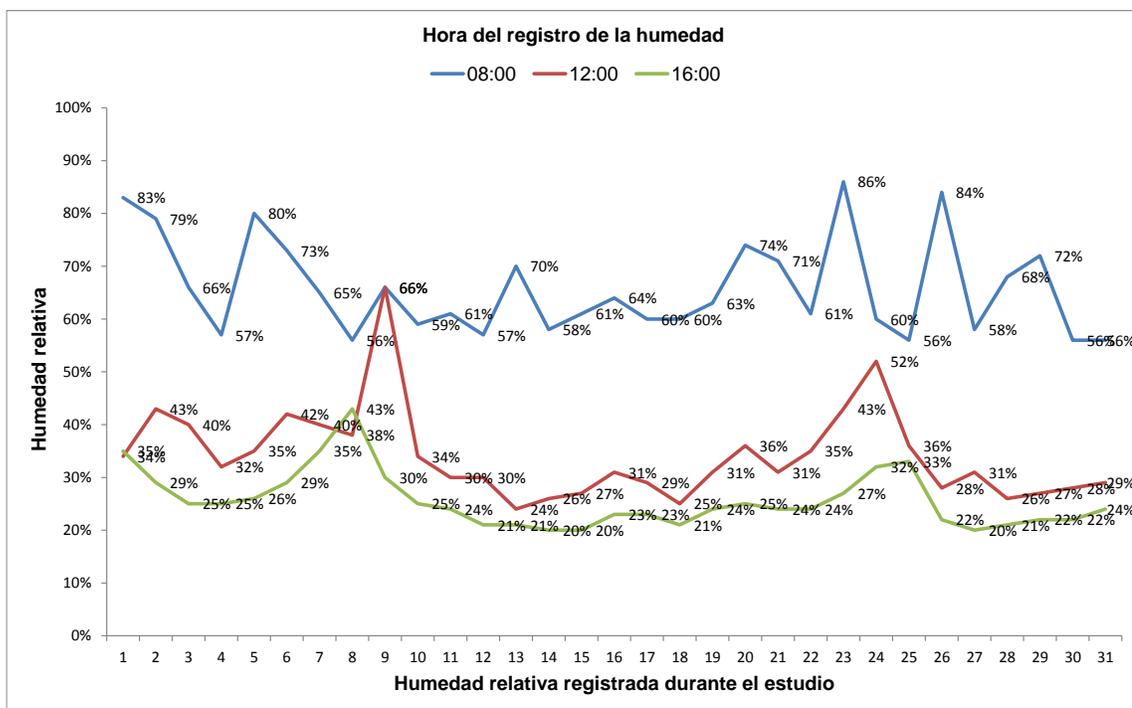


Figura 4. Humedad ambiental registrada durante el estudio.

El alojamiento de las becerras debe colocarse para utilizar los vientos predominantes y debe incorporar el mayor número de aberturas como sea posible para tomar ventaja de movimiento natural del aire. Las jaulas se pueden orientar en verano para maximizar el aire y minimizar el movimiento de aire con ventiladores. La colocación de jaulas con una distancia entre hileras permite que el aire circule libremente, elimina el contacto entre becerras y proporciona un fácil acceso para la alimentación y la limpieza (Tyson *et al.*, 2007).

5. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que las becerras sufren de estrés calórico. Como consecuencia de esto, las becerras se pueden enfermar y llega a ocasionar la muerte. Se requiere más investigación para entender la interacción que tiene el estrés calórico en las becerras con la nutrición, sistemas de alojamiento, lluvia y radiación.

6. LITERATURA CITADA

- Angilleta, M., Niewiarousky, P. y Navas, C. 2002. The evolution of termal physiology in ecthoderms. *J. Therm Biol.* 27:249–268.
- Armstrong. D. V. 1994. Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *J. of Dairy Sci.* 77(7):2044-2050.
- Asahina, M., Yamanaka, Y., Akaogi, Y., Kuwara, S., Koyama, Y. y Hattori, T. 2007. Measurements of sweat response and skin vasomotor reflex for assessment of autonomic disfunction in patients with diabetes. *J. Diabetes Complicat.* 22:278-283.
- Barragán. H. W. A. 2013. Sistemas silvopastoriles para mejorar la producción de leche y disminuir el estrés calórico en la Región Caribe Colombiana. Tesis Maestría. *Universidad de Antioquia Facultad de Ciencias Agrarias Medellín.* Colombia. 7-89.
- Basurto, K.V. M. 1998. Actualización en la Cría y Desarrollo de Vaquillas México – Holstein. 29(1).
- Bateman, G. II, y M. Hill. 2012. How heat stress impacts the growth of calves. *Prog. Dairyman.* 26:55-57.
- Bath, D., Dickenson, N. F., Tucker, A.H.y Appleman,D. R. 1989. Ganado Lechero:Principios,practices, problemas y beneficios.2a Ed.,Edt. *Interamericana.Mèxico.*
- Bavera, G. A.y Beguet, H. A. 2003. Termorregulación corporal y ambientación. Cursos Producción Bovina de Carne. FAV UNRC.[en línea] http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/04-termorregulacion_corporal_y_ambientacion.pdf. fecha de consulta 06 marzo 2016.
- Bianca, W. 1968. Thermoregulation. In: Hafez, ES., Lea, F., editors. *Adaptation of Domestic Animals.* Philadelphia: University ofMichigan.97-118.

- Bilandzić, N., Zurić, M., Lojkić, M., Simić, B., Milić, D. y Barać, I. 2006. Cortisol and immune measures in boars exposed to three-day administration of exogenous adrenocorticotrophic hormone. *Vet. Res. Commun.* 30:433-444.
- Blackshaw, J. K. y Blackshaw, A. W. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour. *Aust J Exp Agric.* 34:285-295. doi:10.1071/EA9940285.
- Bond, T. y C. Kelly. 1960. Environment of animals. Yearbook Agr., U. S. Dept. Agr. Washington. *En Esmay, M., 1969. Principles of Animal Environment. The Avi Publishing Company Inc.*
- Broucek, J., Novak, L. y Kovalčík, K. 1988. The effect of lower temperatures on growth and health condition calves housed in outdoor hutches and calf barn. *Czech J. Anim Sci.* 33:27-36
- Broucek, J., P. Kisac, y M. Uhrincat. 2009. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *Int. J. Biometeorol.* 53:201-208.
- Caro, T. 2009. Contrasting coloration in terrestrial mammals. *Philos Trans R Soc B.* 364:537-548.
- Chemineau, P. 1993. Medio ambiente y reproducción animal. *Rev Mund Zoot.* 77(4):2-14.
- Collier, R. J. y Zimbelman, R. B. 2007. Heat stress effects on cattle: What we know and what we don't know. *22nd Annual Southwest Nutrition & Management Conference.* 76-83.
- Cony, P., Casagrande, A. G y Vergara, G. T. 2004. Cuantificación de un índice de estrés calórico para vacas lecheras en Anguil, provincia de La Pampa (Argentina). *Cátedra de Climatología Agrícola. Facultad de Agronomía, UNLP.* 15(½):10-15.
- Cook, S. C. y Wellman, C. L. 2004. Chronic stress alters dendritic morphology in rat medial prefrontal cortex. *J. Neurobiol.* 60:236-248.

- Córdova, I. A., Murillo, M. A. L. y .Castillo, J. H. 2009. Efecto de factores climáticos sobre la conductareproductiva bovina en los trópicos. Una revisión. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*. 11(1):1695-7504.
- Douglas, A. J. 2005. Central noradrenergic mechanisms underlying acute stress responses of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis: Adaptations through pregnancy and lactation. *Stress*. 8:5-18.
- Echevarria, A. I y Miazso, R. 2002. El ambiente en la producción animal. *Sitio Argentino de Producción Animal*. [en línea]<www.produccion_animal.com.ar>. fecha de consulta 14 marzo 2016.
- Finch, V. A. 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *J. Anim. Sci*. 62:531–542.
- Fu, X., Qu, Z. y Shen, Z. 2006. Potentiality of mesenchymal stem cells in regeneration of sweat glands. *J Surg Res*. 136:204-208.
- Gaughan, J., Bonner, S., Loxton, I., Mader, T., Lisle, A. y Lawrence, R. 2010. Effect of shade on body temperature and performance of feedlot steers. *J. Anim Sci*. 88:4056-4067.
- González, F. 2003. Curso II de Medicina Veterinaria. *Guatemala, s.e*. 11.
- Hafez, E. S. E. 2000. Reproduction in farm animals. *Edición 6ª. Editorial Lea & Febiger*. 321-322.
- Hahn, G. L. 1995. Environmental management for improved livestock performance, health and well-being. *Japanese J. L. M*. 30:113-127.
- Hansen, P. 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Phis Trans R Soc B*. 364:3341-3350.
- Henshall, J.M. 2004. A genetic análisis of parasite resistente traits in a tropically adapted line of *Bos taurus*. *Australian journal of Agricultural Research*. 55(11):1109-1116.

- Holmes, C. W. y Mclean, N. A. 1975. Effects of air temperature and air movement on the heat produced by young Friesian and Jersey calves with some measurements of the effects of artificial rain. *N.Z. J. Agric., Res.* 18:277-284.
- Iggo, A. y Andres, K. H. 1982. Morphology of cutaneous receptors. *Annu Rev Neurosci.* 5:1-31.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. *Clave geoestadística 05009*
- Johnson, H. D. 1987. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production of livestock. En Johnson HD editor. *Bioclimatology and Adaptation of Livestock. World Animal Science B - 5. Amsterdam: Elsevier Scientific Publication.* 2-26.
- Jones, C. y Heinrichs, J. 2013. DSE. Heat Stress in Dairy Calves. *PENN STATE. Cooperative Extension College of Agricultural Sciences.* [en línea] <extension.psu.edu>. 185. 2-7.
- Jones, C., Heinrichs, J. 2013. Heat Stress in Dairy Calves. The Pennsylvania State University. [en línea] <<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/calves/feeding/heat-stress-in-dairy-calves>>. 2-5.
- Kadzere, C., Murphy, M., Silanikove, N. y Maltz, E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science.* 77(1)59-91.
- Kolkhorst, F. W., DiPasquale, D. M. y Buono, M. J. 2002. Effect of tapwater iontophoresis on sweat gland recruitment, skin temperature and skin blood flow. *Dermatol Sci.* 28:97-101.
- Kurz, A. 2008. Physiology of thermoregulation *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 22:627-644.

- Li, J., Fu, X., Sun, X., Sun, T. y Sheng, Z. 2002. The interaction between epidermal growth factor and matrix metalloproteinases induces the development of sweat glands in human fetal skin. *J Surg Res.* 106:258-263.
- Low, P. A. 2004. Evaluation of sudomotor function. *Clin Neurophysiol.* 115: 1506-1513.
- Lozano, Vásquez y González. 2006. Factores asociados del estrés calórico y producción de leche sobre la tasa de gestación en bovinos en sistemas intensivos. Disponible en: <www.tecnipecuaria.org.mx/trabajo20056>. 245-246.
- Mader, T., Dahlquist, J., Hahn, G. y Gaughan, J. 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *J Anim Sci.* 77:2065-2072.
- Martin, S.W., Schwabe, C.W. y Franti, C.E. 1975. Dairy calf mortality rate: influence of meteorologic factors on calf mortality rate in Tulare Country, California. *Am. J. Vet. Res.* 36:1105-1109.
- Moberg, G. P. 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare. in *The Biology of Animal Stress.* G. P. Moberg and J. A. Mench, ed. CAB International, Wallingford, UK. 1-21
- Morrill, K. 2011. Impact of heat stress and abatement strategies for calves. Cornell University, Cooperative Extension. [En línea] <<http://www.ccenny.com/wp-content/uploads/2011/12/Heat-Stress-calves.pdf>>. Fecha de consulta: enero del 2016.
- Nardone, A. Ronchi, B. Lacetera, N. y Bernabucci, U. 2006. Climatic effects on productive traits in livestock. *Vet Res Commun.* 30(1):75-81.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S. y Bernabucci, U. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science.* 130(1):57-69.
- Navarro, X. 2002. Fisiología del sistema nervioso autónomo. *Rev Neurológ.* 35: 553-62.

- Neuwirth, J. G., Norton, J. K., Rawlings, C. A., Thompson, F. N. y Ware, G. O. 1979. Physiologic Responses of Dairy Calves to Environmental Heat Stress. *Int. J. Biometeor.* 23(3):243-254.
- Olson, D.P., Ritter, R.C., Papasian, C.J. y Gutenberger, S. 1981. Sympathoadrenal and adrenal hormonal responses of new-born calves to hypothermia. *Can. J. Comp. Med.* 45:321-326.
- Organización Mundial de la Salud. 2003. Salud Ambiental. Campo de la Complejidad Ambiental. [en línea]<http://www.Manizales.unal.edu.co/modules/un_rev_ideas_Amb/documentos'IA_edicion2.Art15.pdf>.
- Parquer, R. 1996. Desarrollo de Vaquillas de Reemplazo con Excelente Nutrición y Manejo. México – Holstein. 12.
- Pires, M. F. A. y Campos, A. T. 2003. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: Resende H, Campos AT, Pires MF. (Orgs). *Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira, 1 ed, Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite*.1:250.
- Place, N. T., A. J. Heinrichs, y H. N. Erb. 1998. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *J. Dairy Sci.* 81:1004-1009.
- Roca, C. A. J. 2011. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *Espamciencia.* 2(1):15-25.
- Roland, L., M. Drillich, D. Klein-Jöbstl, y M. Iwersen. 2016. *Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves.* *J. Dairy Sci.* 99:2438–2452
- Sanmiguel. P. R. A. y Díaz. A. V. 2011. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. *Revista Colombiana de Ciencia Animal.* 4(1):89-94.

- Sapolsky, R. M. 2004. Homeostasis plus: The more stress appropriate concept of allostasis. in *Why Zebras Don't Get Ulcers*. R. M. Sapolsky, ed. Henry Holt and Co. Ltd., New York, NY. 8-9.
- Schäffer, D. y von Borell, E. 2008. Kritische Kontrollpunkte (CCP) in der Außenhaltung von Kälbern. *Züchtungskunde*. 80:291-302.
- Soch, M. 2005. Effect of environment on selected indices of cattle welfare. *University of South Bohemia, Ceske Budejovice*.
- Souza, M. I. L, Uribe-Velásquez, L. F., Ramos, A. A. y Oba, E. 2006. Níveis plasmáticos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidad (HDL) e cortisol, e sua biorritmicidade, em carneiros Ideal-Polwarth. *Cien Anim Bras*. 7(4):433-8.
- Spain, J. N. y Spiers, D. E. 1994. Physiological responses of young calves housed in hutches with or without supplemental shade during summer. *Dairy Systems for the 21st Century. Proceedings of the Third International Dairy Housing Conference, 2-5 February 1994, Orlando, Florida*. 781-789.
- Stull, C. L. 1997. Stress and dairy calves. *Veterinary Medicine Extension University of California, Davis*. 1-5. [en línea] <http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/local-assets/pdfs/pdfs_animal_welfare/stressDairyCalves.pdf>. fecha de consulta: marzo de 2016.
- Sullivan, M., Cawdell-Smith, A., Mader, T. y Gaughan, J. 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short fed feedlot cattle. *J Anim Sci*. 89:2911-2925.
- Tao, S., y G. E. Dahl. 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci*. 96:4079-1093.
- Turnbull. J. E. 1980. Housing and Environment for Dairy Calves. *Can. vet. J*. 21:85-90
- Tyson, Graves, McFarland, y Wilson. 2007. Calf Hutch with Yard. Idea Plan No. DIP 501. [en línea] Penn State Extension.

<http://abe.psu.edu/extension/idea-plans/dairy/calf/baby/dip-501/view>.
fecha de consulta marzo 3, 2016.

Vélez, M M. y Uribe, V. L. F. 2010. ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*. 9(2):83-95.

Vermorel, M., Dardillat, C., Vernet, J. y Demigne, C. 1983. Energy metabolism and thermoregulation in the newborn calf. *Annales de Recherches Vétérinaires*. 14(4):382-389.

Villagómez, A.M.E., Castillo, R. H., Villa-Godoy, A., Román, P. H. y Vázquez P. C. 2000. Influencia estacional sobre el ciclo estral y el estro en hembras cebú mantenidas en clima tropical. *Tec Pecu Méx*. 38(2):89-103.

Warnes, D.M., Seamark, R.F., Ballard, F.J. 1977. The appearance of gluconeogenesis at birth in sheep. *Biochem. J*. 1962:627-634.

West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 86:2131-2144.

Wilcox. C. S., Schutz. M. M., Rostagno. M. R., Lay Jr. D. C. y Eicher. S. D. 2013. Repeated mixing and isolation: Measuring chronic, intermittent stress in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 96(11):7223-7233.

Wilcox. C. S., Schutz. M. M., Rostagno. M. R., Lay, Jr. D. C. y Eicher. S. D. 2013. Repeated mixing and isolation: Measuring chronic, intermittent stress in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 96(11):7223-7233.