

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



EFFECTO DE POLVO HIGROSCÓPICO SOBRE LA HUMEDAD, TERMORREGULACIÓN Y GANANCIA DE PESO EN TERNERAS NEONATAS HOLSTEIN

Tesis

Que presenta MARGARITO APARICIO JIMENEZ

como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Julio 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EFFECTO DE POLVO HIGROSCÓPICO SOBRE LA HUMEDAD,
TERMORREGULACIÓN Y GANANCIA DE PESO EN TERNERAS NEONATAS
HOLSTEIN

Tesis

Que presenta MARGARITO APARICIO JIMENEZ
como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Director



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Codirector

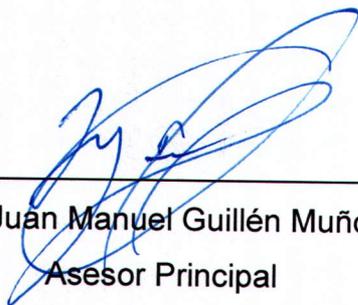
Torreón, Coahuila

Julio 2021

EFFECTO DE POLVO HIGROSCÓPICO SOBRE LA HUMEDAD,
TERMORREGULACIÓN Y GANANCIA DE PESO EN TERNERAS NEONATAS
HOLSTEIN

Tesis

Elaborada por MARGARITO APARICIO JIMENEZ como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la
supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



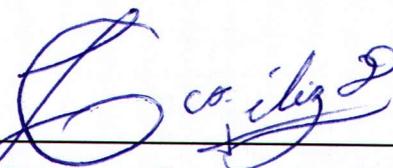
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Asesor Principal



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Asesor



Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Jefe de Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A Dios

No puedo dejar de agradecer y principalmente a Dios, por las bendiciones que hasta hoy me ha dado, desde mi familia hasta este logro académico, que, sin lugar a dudas, sin él no lo habría logrado. Gracias por la paciencia, inteligencia y por el deseo de progresar que me dio hasta este punto de mi vida.

A mi Universidad

Es indescriptible el sentimiento que tengo hacia mi *alma mater*, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme abierto las puertas y brindarme a través de mis profesores la educación que servirá de ahora en adelante para poderme desempeñar profesionalmente.

A mis profesores

Es de reconocer la labor que un profesor tiene para con sus alumnos, es por eso que agradezco y felicito a todos los profesores que a lo largo de mi vida académica aportaron algo de su conocimiento para que hoy yo esté concluyendo esta etapa. De manera particular agradezco al Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz por su profesionalismo e interés en brindar lo mejor de él para el bienestar de los alumnos y al mismo tiempo ser un gran ser humano. Gracias por la paciencia que tuvo conmigo como asesor y por ser parte de este proceso.

A mis amigos

Son demasiadas las personas a las que agradezco por acompañarme y brindarme su amistad: Nancy, sin duda una de las mejores personas y a la primera a quien considero como mi mejor amiga, gracias por todos los momentos que hemos compartido y espero conservarte mucho tiempo más; Katya Ángel gracias la confianza que me brindas y que me inspiras, te volviste muy importante

en tan poco tiempo. Y al resto de mis amigos gracias por brindarme su amistad y momentos de alegría.

DEDICATORIA

A mis padres

Margarito Y Elena, nunca existirán las palabras para expresar lo agradecido que estoy con ustedes por acompañarme en todo, incluso desde antes que naciera, por brindarme amor y ser consejeros en todas las circunstancias de mi vida, es por ellos que les dedico esta tesis como símbolo de agradecimiento y como un triunfo familiar.

A mis hermanos

Erick, Abimael y Elenita, esto también va dedicado para ustedes como muestra de que todo sacrificio tiene su recompensa, que este triunfo nos sirva de inspiración para seguir echándole ganas a la vida.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Termorregulación.....	4
2.2. Zona Termoneutral	5
2.3. Factores Ambientales.....	6
2.4. Estrés Por Frio	7
2.5. Hipotermia	9
2.6. Rendimiento Del Ganado Expuestos Al Frio	10
2.7. Métodos utilizados para disminuir o evitar el estrés por frio en animales	12
2.8. Chalecos aislantes	12
2.9. Grasa suplementaria	13
2.10. Secado y calentamiento	13
2.11. Zeolita clinoptilolita y Tierra diatomea	15
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. General.....	16
3.1. 3.2. Localización del área de estudio	16
3.2. 3.3. Manejo Instalaciones y Equipo	16
3.3. 3.4 Sujetos experimentales.....	17
3.4. 3.5. Variables.....	18
3.5. Ganancia de peso (GP, kg/día).....	18
3.6. Altura a la cruz (AC, m).....	18
3.7. Determinación de la frecuencia cardiaca (FC)	18
3.8. Frecuencia respiratoria (FR).....	18

3.9.	Determinación de la temperatura corporal (TC)	19
3.10.	Temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR)	19
3.11.	Análisis Estadístico	19
4.	RESULTADOS	20
5.	DISCUSIÓN	24
6.	CONCLUSIÓN.....	26
7.	REFERENCIAS.....	27

LISTA DE CUADROS

TABLA 1. RESPUESTA DE LOS GRUPOS G1, G3 (TRATADOS), G2, G4 (CONTROL) A DIFERENTES RANGOS DE TEMPERATURA (7-15 °C Y 16-30°C) CON RELACIÓN A LA GANANCIA DE PESO (KG).....	20
TABLA 2. RESPUESTA DE LOS GRUPOS G1, G3 (TRATADOS), G2, G4 (CONTROL) A DIFERENTES RANGOS DE TEMPERATURA (7-15 °C Y 16-30°C) CON RELACIÓN A LA TALLA (CM).	21
TABLA 3. RESPUESTA DE LOS GRUPOS G1, G3 (TRATADOS), G2, G4 (CONTROL) A DIFERENTES RANGOS DE TEMPERATURA (7-15 °C Y 16-30°C) CON RELACIÓN A LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS (TEMPERATURA RECTAL, FRECUENCIA CARDIACA “FC” Y FRECUENCIA RESPIRATORIA “FR”).	22
TABLA 4. RESPUESTA DE LOS GRUPOS G1, G3 (TRATADOS), G2, G4 (CONTROL) A DIFERENTES RANGOS DE TEMPERATURA (7-15 °C Y 16-30°C) RESPECTO A LA TEMPERATURA RECTAL.....	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	18
FIGURA 2 NIVELES DE REFRACTOMETRIA Y PORCENTAJE DE ANIMALES ENFERMOS DURANTE LOS PRIMEROS 30 DIAS DE VIDA. A, B = DIFIEREN ESTADÍSTICAMENTE ENTRE TRATAMIENTOS ($P < 0.05$). NS = NO SIGNIFICATIVO ($P > 0.05$).	23

RESUMEN

EFFECTO DE POLVO HIGROSCÓPICO SOBRE LA HUMEDAD, TERMORREGULACIÓN Y GANANCIA DE PESO EN TERNERAS NEONATAS HOLSTEIN

Por:

MARGARITO APARICIO JIMÉNEZ

Para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

Director de tesis: Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz

Resumen

Evaluar los efectos de Zeolita clinoptilolita y Tierra diatomea (polvo higroscópico) sobre la termorregulación, ganancia de peso y reflectometría en terneras neonatas Holstein. Se seleccionaron 30 becerras Holstein Friesian, con un rango de peso promedio al nacimiento de 37.0 ± 0.5 , las cuales fueron divididas en dos grupos de manera aleatoria de acuerdo con la temperatura ambiental al nacimiento (7-15 y 16-29 °C); grupos al que se les aplicó el polvo hidrosópico (G1 [7-15] n=5; G3 [16-29]= n=10), grupo sin tratamiento (G2 [7-15] n=8; G4 [16-29]= n=7). Estas fueron separadas de la madre al nacimiento, alojadas individualmente en jaulas previamente lavadas y desinfectadas. En el experimento se tomaron datos de ganancia de peso y talla a los 0, 7 y 15 días, frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal (TR) y corporal de las regiones anatómicas distales (AAT). Al momento del nacimiento

se midieron temperatura ambiente (TA) del establo. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante la prueba t de Student para determinar las diferencias entre los grupos de tratamientos e identificar alteraciones significativas causadas por la aplicación del polvo. Los grupos se registraron las enfermedades para determinar la salud de las becerras, solo se consideraron diarreas y neumonías mediante una chi-cuadrada. Se utilizó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Esto mediante el programa estadístico SYSTAT 12. En los resultados, solo el grupo tratado con el polvo higroscópico mostró una mayor ganancia de peso y talla en temperaturas menores a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante los primeros 15 días de vida. La TR y la FC fueron menores en el grupo no tratado con el producto a temperaturas menores a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, estas diferencias no son significativas. Con los rangos de temperaturas menores a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ no existió diferencia significativa en la ganancia de pesos ($P > 0.05$). Se pudo observar un efecto de ganancia de peso en las becerras que estuvieron en rangos de temperatura superiores entre 16 a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ mostrando hasta 1.448 kg de ganancia durante los primeros 7 días en becerras tratadas con el secante y hasta 2.05 cm de talla superior al grupo control. No existió diferencia significativa en cuanto a la TR para los grupos tratados y control independientemente del rango de temperatura al nacimiento ($P > 0.05$). Sin embargo, con temperaturas superiores entre 16 a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ se mostró una mayor FR en los animales del grupo control (G4; $P < 0.05$). No existió diferencia significativa entre la reflectometría, a las primeras 24 h de vida en los G1, G2, G3 y G4 ($P < 0.05$). En promedio los grupos tuvieron un rango de 6.1 ± 0.1 , ($P > 0.05$). La aplicación del polvo con propiedades higroscópicas en los primeros minutos de vida de las becerras no mostró

diferencia en la ganancia de peso, pero sí de altura en individuos por estrés por calor.

Palabras clave: frío, calor, estrés, secado, becerras.

ABSTRACT

**EFFECTO DE POLVO HIGROSCÓPICO SOBRE LA HUMEDAD,
TERMORREGULACIÓN Y GANANCIA DE PESO EN TERNERAS
NEONATAS HOLSTEIN**

By:

MARGARITO APARICIO JIMÉNEZ

To obtain the degree of Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

Thesis director: Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz

To evaluate the effects of clinoptilolite zeolite and diatomaceous earth (hygroscopic dust) on thermoregulation, weight gain and reflectometry in neonatal Holstein calves. 30 Holstein Friesian calves were selected, with an average birth weight range of 37.0 ± 0.5 , which were randomly divided into two groups according to the environmental temperature at birth (7-15 and 16-29 ° C); groups to which the hydroscopic powder was applied (G1 [7-15] n = 5; G3 [16-29] = n = 10), group without treatment (G2 [7-15] n = 8; G4 [16- 29] = n = 7). These were separated from the mother at birth, individually housed in previously washed and disinfected cages. In the experiment, data on weight and height gain at days 0, 7 and 15, heart rate (HR), respiratory rate (FR), rectal temperature (TR) and body temperature were taken from the distal anatomical regions (AAT). At the time of birth, room temperature (RT) of the barn was measured. The statistical analysis of the data was carried out using the Student's t test to determine the differences between the treatment groups and identify significant alterations caused by the

application of the powder. The groups registered the diseases to determine the health of the calves, only diarrhea and pneumonia were considered using a chi-square. The value of $P < 0.05$ was used to consider statistical difference. This was done using the SYSTAT 12 statistical program. In the results, only the group treated with hygroscopic powder showed greater weight and height gain at temperatures below 15°C during the first 15 days of life. The TR and FC were lower in the group not treated with the product at temperatures below 15°C . However, these differences are not significant. With the temperature ranges below 15°C , there was no significant difference in the weight gain ($P > 0.05$). A weight gain effect could be observed in calves that were in higher temperature ranges between 16 to 30°C , showing up to $1,448$ kg of gain during the first 7 days in calves treated with the blotter and up to 2.05 cm in height greater than control group. There was no significant difference in RT for the treated and control groups regardless of the temperature range at birth ($P > 0.05$). However, with higher temperatures between 16 to 30°C , a higher FR was shown in the animals of the control group (G4; $P < 0.05$). There was no significant difference between reflectometry, at the first 24 h of life in G1, G2, G3 and G4 ($P < 0.05$). On average, the groups had a range of 6.1 ± 0.1 , ($P > 0.05$). The application of the powder with hygroscopic properties in the first minutes of life of the calves did not show a difference in weight gain, but it did show a difference in height in individuals due to heat stress.

Keywords: cold, heat, stress, drying, calves.

1. INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado y temprano de los terneros antes del destete puede tener efectos en su rendimiento a largo plazo (Kehoe *et al.*, 2007; Drackley, 2008). Factores ambientales como la temperatura, la humedad y el flujo de aire tienen un impacto en la salud y el rendimiento del crecimiento en los terneros (Litherland *et al.*, 2014) y aunque los rumiantes son animales homeotermos, es decir, que tienen la habilidad de controlar su temperatura corporal dentro de un ajustado margen a través de diferentes procesos fisiológicos (Bianca, 1968), los terneros jóvenes, en particular, poseen una zona termoneutral (ZTN) más estrecha que la de las vacas adultas (Moore *et al.*, 2012). La ZTN para terneros se ajusta a un rango de 15-25 ° C (Scanes, 2011) y la temperatura crítica más baja (LCT, por sus siglas en inglés) varía de 9 ° C a 15 ° C al nacer y durante las primeras 2 semanas de vida (Phillips, 2010), lo que sugiere que son más susceptibles a los factores ambientales. Para permanecer dentro de esta condición necesitan perder o ganar calor del medioambiente circundante. Este proceso se denomina balance térmico, resultando ser bastante complejo y dinámico (Bianca, 1968, Silanikove, 2000).

De manera general el ganado bovino es considerado bastante hábil para adaptarse a condiciones frías, sin embargo, cuando las temperaturas mínimas son extremas, éstas producen menores ganancias de peso, extensión del período de engorda y en casos más extremos la muerte del ganado (Christison y Milligan, 1974; Young, 1981, Birkelo y Johnson, 1986; Hahn y Mader 1997; Mader *et al.*, 1997b). Temperaturas por encima o por debajo de la ZNT tiene como resultado un estrés térmico que puede traducirse en pérdidas económicas debido a que incrementa el índice de muertes y enfermedades e impactos negativos en el rendimiento de los terneros (Roland *et al.*, 2016). Por esta razón, en el primer periodo de vida, las defensas del ternero se atribuyen a la calidad de calostro ingerido hasta la activación de su sistema inmune que tarda en darse aproximadamente 15 días después del nacimiento (Quigley, 1998) y cumple tres

funciones básicas: 1) Lo protege contra posibles infecciones porque tiene un alto contenido de inmunoglobulinas; 2) aporta niveles altos de energía que lo ayudan a contrarrestar posibles hipotermias; y 3) contiene sales de magnesio, las cuales tienen un efecto laxante que ayuda a expulsar el meconio y a la vez facilita el inicio de la actividad intestinal (Torres, 2009).

La relación entre el índice de temperatura-humedad y el desempeño de salud y crecimiento en terneros refleja que estos son más susceptibles a un ambiente frío inmediatamente después del nacimiento (Nabenishi y Yamazaki, 2016), también durante este período de sensibilidad es en el que la vaca remueve los restos de membranas y fluidos amnióticos de la piel del becerro mediante un intenso lameteo (Fraser & Broom, Büttow et al., 2006), pero como en la mayoría de las unidades de producción de leche bovina es común que las crías sean separadas de sus madres pocas horas después del nacimiento (Flower and Weary, 2001) la vaca ya no cumple con esta función.

En busca de alternativas para reducir la humedad corporal de terneros neonatos, en el presente estudio se planteó como objetivo evaluar los efectos de Zeolita clinoptilolita y tierra diatomea (polvo higroscópico) sobre la humedad, termorregulación y ganancia de peso en terneras neonatas Holstein.

1.1.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos de Zeolita clinoptilolita y Tierra diatomea (polvo higroscópico) sobre la termorregulación, ganancia de peso y refractometría en terneras neonatas Holstein.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la ganancia de peso y de talla a los 0, 7 y 15 días de edad.
- Analizar constantes fisiológicas; temperatura rectal, temperatura corporal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria.
- Determinar los niveles de proteínas plasmáticas totales en plasma

HIPÓTESIS

La aplicación de Zeolita clinoptilolita y Tierra diatomea (polvo higroscópico) mejorará la termorregulación, ganancia de peso y la cantidad de proteínas totales en plasma de terneras neonatas Holstein.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Termorregulación

Al nacer, el sistema termorregulador de un ternero es metabólicamente inmaduro (Hill *et al.*, 2016) debido a su incapacidad para generar calor a través de la fermentación ruminal (Collier *et al.*, 1982; Tao y Dahl, 2013; Roland *et al.*, 2016). Además de esto, tienen una gran relación superficie / peso corporal, lo que resulta en un área grande para la pérdida de calor (Collier *et al.*, 1982; Roland *et al.*, 2016). Esto es de particular preocupación durante las variaciones y en las condiciones climáticas extremas (Bateman *et al.*, 2012; Bhat *et al.*, 2015; Roland *et al.*, 2016).

Las condiciones relativamente constantes que existen dentro del cuerpo de un animal sano se logran mediante la operación de innumerables medidas de control homeostático (Broom y Jhonson, 1993). Durante las primeras etapas de la vida posnatal, los homeotermos experimentan cambios marcados en el desarrollo para controlar su temperatura corporal (Symonds *et al.*, 1992). Aparte de las fluctuaciones fisiológicas y perfiles bioquímicos, las hormonas triyodotironina (T3) y tiroxina (T4) también juegan un papel importante en la termogénesis (Doubek *et al.*, 2003), especialmente cuando los animales son expuestos a situaciones frías y estresantes (Husvéth, 2011).

En los corderos recién nacidos la termorregulación es extremadamente importante. La mitad de la pérdida total de calor de un cordero ocurre a través de la piel por radiación y conducción (Samson y Slee, 1981). La tasa de intercambio de calor entre la piel y el medio ambiente es una función de la relación superficie-volumen, de modo que la tasa de intercambio es mayor en los corderos más pequeños y aumenta el frío.

La pérdida de calor que se irradia a través de la superficie corporal es un factor importante en la etiología de la hipotermia debida a la exposición al frío en los

recién nacidos. Los depósitos de grasa parda en los corderos recién nacidos contribuyen mediante la termogénesis sin escalofríos al mantenimiento de la homeostasis, pero los mecanismos son difíciles de estudiar in vivo (Hergenhan, 2012).

En el caso de los lechones, nacen sin pelo, sin tejido adiposo pardo para la producción de calor metabólico y con bajas cantidades de lípidos móviles/reservas de glucógeno, por lo que su capacidad termorreguladora está poco desarrollada durante los primeros días después del nacimiento (Berthon et al., 1994; Herpin et al., 2002).

2.2. Zona Termoneutral

La zona termo neutral (TNZ, por sus siglas en inglés) se define como el rango de temperatura ambiente en el que la regulación de la temperatura se logra solo mediante el control de la pérdida de calor sensible, es decir, sin cambios regulatorios en la producción de calor metabólico o pérdida por evaporación (IUPS Thermal Commission, 2001). En temperaturas ambiente por debajo de la temperatura crítica más baja (LCT, por sus siglas en inglés) de la TNZ, los terneros deben aumentar la producción de calor metabólico para mantener el equilibrio térmico (Carstens, 1994). En terneros, se ha informado que la LCT varía entre + 13 ° C al nacer y + 8 ° C a los 20 días de edad (González-Jiménez y Blaxter, 1962); sin embargo, esto depende de la raza, la edad, el peso, la ingesta de nutrientes, la postura y las condiciones ambientales predominantes del ternero. Cuando se mantiene en temperaturas ambiente consideradas por debajo de la LCT, se ha demostrado que los terneros aumentan la ingesta de alimento (por ejemplo, Nonnecke et al., 2009) y alterar la duración y la posición de acostado (Hepola et al., 2006).

Los terneros nacen con mecanismos termorreguladores funcionales, pero poco desarrollados, con la rítmica de la temperatura corporal desarrollándose y

estabilizándose durante los dos primeros meses de vida (Piccione et al., 2003; Roland et al., 2016). Debido a una relación superficie / masa relativamente alta y un aislamiento deficiente de los tejidos, los terneros lecheros recién nacidos son particularmente propensos a la pérdida de calor y susceptibles a los efectos de las temperaturas ambientales frías (Olson et al., 1980 B).

La supervivencia de un ternero y su tasa de crecimiento óptima se puede lograr no solo con una buena alimentación, sino también con un manejo eficiente compatible con condiciones ambientales específicas. Básicamente, esto se vuelve más importante cuando las variaciones estacionales son bastante amplias y extremas. La zona termoneutral para los terneros se encuentra en un rango de 15-25 ° C (Scanes, 2011) y la temperatura crítica más baja reportada (LCT) para un ternero lechero recién nacido oscila entre 13 ° C (Curtis, 1974) a 8 ° C (Young, 1981).

En particular, la zona termoneutral dentro de los terneros jóvenes abarca un rango menos al de las vacas adultas (Moore et al. 2012), lo que sugiere que los terneros son más susceptibles a los factores ambientales.

A temperaturas ambiente fuera de la zona termoneutral (TNZ), en el caso de los corderos, deben aumentar su tasa metabólica y actuar para reducir la pérdida de calor para mantener el equilibrio térmico. El pico de la tasa metabólica (SMR, por sus siglas en inglés) es una estimación de la capacidad de un cordero para mantener su temperatura corporal (39-40 ° C) en condiciones de alta pérdida de calor (Alexander y Williams, 1968).

2.3. Factores Ambientales

Los factores ambientales como la temperatura, la humedad y el flujo de aire tienen impactos en la salud y el crecimiento de los terneros (Litherland et al., 2014).

La temperatura - El índice de humedad (THI) se calcula con base en la temperatura del aire y la humedad relativa, y ha sido ampliamente utilizado como uno de los índices para evaluar los efectos de los factores ambientales sobre el desempeño productivo y reproductivo en el ganado lechero (García-Ispierto et al., 2007; Huang et al., 2008; Nabenishi et al., 2011).

Al nacer, los lechones suelen experimentar una disminución repentina de 15 ° C a 20 ° C en su entorno térmico (Berthon et al., 1994). En la mayoría de los rebaños comerciales, no se proporciona a la cerda y a su camada ninguna o cantidades inadecuadas de material de nidificación. Lechones mojados por líquidos placentarios están expuestos a condiciones ambientales de bajo de la temperatura corporal y experimentan un enfriamiento rápido (Baxter et al., 2009) que resulta en una disminución de la temperatura rectal (RT) de entre 2 ° C y 4 ° C dentro de las primeras horas después del nacimiento (Malmkvist et al., 2006; Pedersen et al., 2013). Otros factores importantes para la disminución de RT son el aire (Pedersen et al., 2013) y las temperaturas del suelo (Malmkvist et al., 2006) en la casa de maternidad.

2.4. Estrés Por Frio

El estrés térmico como resultado de temperaturas por encima o por debajo de la TNZ puede resultar en pérdidas económicas debido al aumento de la morbilidad y la mortalidad, e impactos negativos en el rendimiento de los terneros (Roland et al., 2016)

El estrés por frío en el ganado es un problema que enfrentan principalmente los criadores de ganado que mantienen su ganado en pastos. Sin embargo, también puede ocurrir en establos libres con muros cortina. Está condicionado principalmente por factores que afectan el microclima del establo: temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. Lo que mitiga las sensaciones de temperatura operativa durante las heladas es la radiación solar en las áreas sin sombra del establo (Kadzere et al., 2002). Además de la temperatura crítica más baja, el estrés por frío también se describe con la ayuda del índice WCT (Wind

Chill Temperature). Este índice fue inicialmente utilizado para evaluar el confort térmico de las personas (Siple y Passel 1945). Sin embargo, se reconoció rápidamente que el índice también se puede utilizar para evaluar las condiciones térmicas de una variedad de especies animales (Mader et al., 2010). En los últimos años, el índice WCT ha sufrido algunas modificaciones, lo que ha permitido su aplicación para determinar el estrés por frío en el ganado (Graunke et al., 2011). Uno de los algoritmos más utilizados para el cálculo de WCT es la fórmula según Tucker et al., (2007) teniendo en cuenta la velocidad del movimiento del aire ventilado.

Los terneros y los corderos son relativamente sensibles al frío al nacer debido a su superficie relativamente mayor que la de los adultos, la falta de producción de calor por la fermentación del rumen y la humedad del líquido fetal (Collier et al., 1982). Los extremos climáticos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar pueden modificar el estado de la homeostasis animal (manteniendo el equilibrio térmico para la funcionalidad y el rendimiento normales) y provocar estrés térmico (Turner, 1980; Lenis et al., 2016). Como consecuencia del estrés térmico, el animal desviará una cantidad sustancial de energía para generar calor corporal a expensas de funciones productivas como el crecimiento, la lactancia o la reproducción (Young, 1981, 1983; Gwazdauskas, 1985).

Varios informes sugieren que cuando los animales están expuestos al estrés por frío durante el invierno, se requiere energía adicional para mantener la homeostasis a través de la producción de calor (Olson y Wallander, 2002; Scott, Christopherson, Thompson y Baracos, 1993; Webster, 1971). Esta respuesta fisiológica al estrés por frío provoca una escasez de energía y la consiguiente disminución de la capacidad de absorción nutricional (Scott et al., 1993). La exposición al frío también conduce a la activación del sistema nervioso simpático en el ganado (Alvarez y Johnson, 1970). La activación del sistema nervioso simpático y la posterior liberación de catecolaminas afectan el sistema

inmunológico, incluida la inmunidad innata y adquirida (Bellinger et al., 2008; Riondato, D'Angelo, Miniscalco, Bellino y Guglielmino, 2008).

2.5. Hipotermia

La hipotermia es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad del cordero (Stevenson, 2014). La tasa de cambio en la temperatura corporal de un cordero es una función de la tasa de producción de calor metabólico y la tasa neta de intercambio de calor entre el animal y su entorno. Si bien la inanición es la principal causa de hipotermia en los corderos de más de 12 horas, la hipotermia en las primeras horas de vida es causada principalmente por una pérdida excesiva de calor (Eales, 1983).

Aunque la hipotermia rara vez se registra como causa de muerte en piaras comerciales, en el caso de los cerdos, podría ser la causa principal de inanición, aplastamiento y enfermedad (Edwards, 2002; Pedersen et al., 2011). Por lo tanto, es importante encontrar formas que protegen a los lechones de la hipotermia inmediatamente después del nacimiento.

Todos los lechones recién nacidos son muy susceptibles al frío; nacen con poca grasa corporal como aislamiento y dependen del aumento de la producción de calor para mantener la temperatura corporal (Herpin et al., 2002). Además, el lechón nace húmedo y debe gastar energía (calor) para secar la superficie del cuerpo. En consecuencia, en ausencia de cualquier intervención, todos los lechones experimentarán frío en las condiciones típicas de la sala de partos (Curtis, 1974).

Un factor predisponente importante para la mortalidad antes del destete es la hipotermia en el período posnatal temprano (Panzardi et al., 2009). Todos los lechones recién nacidos son muy susceptibles al frío; nacen con poca grasa corporal como aislamiento y dependen del aumento de la producción de calor para mantener la temperatura corporal (Herpin et al., 2002). Además, el lechón nace húmedo y debe gastar energía (calor) para secar la superficie del cuerpo.

En consecuencia, en ausencia de cualquier intervención, todos los lechones experimentarán frío en las condiciones típicas de la sala de partos (Curtis, 1974), y es más probable que mueran de hipotermia (Curtis, 1970). Además, los lechones estresados por el frío tienen un vigor reducido y son menos capaces de competir durante el amamantamiento y, en consecuencia, tienen una ingesta reducida de calostro (Le Dividich y Noblet, 1981).

2.6. Rendimiento Del Ganado Expuestos Al Frío

Los terneros expuestos a temperaturas ambientales frías al nacer han mostrado una capacidad de absorción reducida de inmunoglobulinas calostrales (Olson et al., 1980 a), que puede tener un impacto directo en el desarrollo de inmunocompetencia.

El propósito de la producción lechera es lograr la mayor producción de leche posible manteniendo el bienestar de los animales, por ejemplo, mediante un microclima adecuado del edificio (Albright y Timmons 1984; Cook et al., 2005) especialmente en el caso de reuniones las necesidades esenciales de las vacas, como el acceso constante a alimentos y agua y / o el tiempo de ordeño relativamente inmutable (Adamczyk et al., 2011; Horky 2014). Variaciones de temperatura en el rango entre -0.5°C y $+25^{\circ}\text{C}$ afectan de manera insignificante la producción de leche (West, 2003). El rango asumido de temperaturas neutras para el ganado lechero es de -5 a 25°C (Knizkova et al., 2002). La alta producción de leche está relacionada con la alta producción de calor. Sin embargo, en presencia de baja temperatura del aire y velocidad del aire ventilado, las vacas mantienen una adecuada temperatura corporal gracias a su propio calor que les ayuda a evitar la hipotermia. También se observa que las vacas desarrollan un pelaje más grueso. El enfriamiento excesivo de los cuerpos de las vacas puede conducir a alteraciones de la termorregulación o de la fertilidad, estrés por frío y menor producción de leche acompañada de un mayor consumo de alimento (Broucek et al., 1991).

El éxito de cualquier empresa lechera depende del éxito de la crianza de los terneros jóvenes. Aumentar la proporción de terneros que sobreviven al destete es de suma importancia económica. La mortalidad de los terneros es una preocupación importante tanto a nivel de los granjeros como en las granjas organizadas. La mortalidad antes del destete es un componente económico importante del sistema de cría, ya que reduce el número de animales disponibles para la venta (Osteras et al., 2007), compromete el bienestar animal (Hansen et al., 2003) y reduce el número de animales disponibles para la selección, así como el progreso genético (Fuerst et al., 2010; Meyer et al., 2001) Las variaciones extremas en la temperatura ambiente pueden influir en el crecimiento de los terneros en mayor medida y la exposición prolongada puede conducir a un retraso en el crecimiento de los terneros junto con un estado inmunológico comprometido.

Durante el invierno, dado que la ingesta energética se utiliza principalmente para la termorregulación, es posible observar una depresión en la ganancia de peso corporal y un aumento en la mortalidad (Duddy et al., 2007).

El manejo temprano de los terneros antes del destete puede tener efectos a largo plazo en su desempeño posterior (Kehoe et al., 2007; Drackley, 2008).

El rendimiento adecuado de la salud y el crecimiento de los terneros es una consideración importante en el manejo de la carne de res y los lácteos. La mortalidad y la morbilidad de los terneros tienen un impacto económico grave en los ganaderos de carne y leche. En los EE. UU., Se ha demostrado que las tasas de mortalidad y morbilidad son del 7,8 y el 38,5%, respectivamente, en terneros antes del destete (USA Department of Agriculture, 2010)

Los animales estresados por el frío han reducido el crecimiento y el rendimiento reproductivo y han aumentado la tasa de mortalidad (Hoelscher, 2001).

Para la industria de corrales de engorde, las pérdidas económicas debidas a las condiciones climáticas adversas de una década se estiman entre \$ 10 y \$ 20 millones anuales (Mader, 2003).

2.7. Métodos utilizados para disminuir o evitar el estrés por frío en animales

Parece razonable que el sector ganadero proponga nuevas estrategias para mantener e incrementar el potencial de producción en condiciones climáticas alteradas. Se utilizan varias medidas eficaces, incluido el uso de chalecos para terneros, una caja caliente o un baño de agua tibia para prevenir el estrés por frío (Butler et al., 2010).

2.8. Chalecos aislantes

Evidencias anecdóticas ha sugerido que un número creciente de productores está optando por incorporar el uso de chalecos para terneros en su sistema de manejo de ganado joven, con beneficios potenciales esperados tanto para el desempeño como para la salud de los terneros. Aunque Earley et al. (2004) examinó los efectos del uso de chalecos para terneras en el rendimiento y la salud, han sido objeto de muy poca investigación controlada, especialmente en términos del impacto potencial sobre los parámetros conductuales y fisiológicos. Además, los terneros utilizados por Earley et al. (2004) ya tenían más de dos semanas de edad cuando se entregaron las chaquetas, ya que se carece de información sobre su efectividad en el uso desde los primeros días de vida.

En diferentes investigaciones como en las de Rutherford et al. (2019), Scoley et al. (2019) ambas en terneros neonatos y Brooke y Blackie (2021) en corderos; concluyen que el uso de chalecos no tiene diferencias significativas en la salud y marcadores de producción como peso vivo, peso promedio o ganancia de peso

de los terneros y corderos, pero que si sirve para crear un microambiente más cálido y por lo tanto más comfortable. Se requieren estudios de la aplicación de chalecos, pero en condiciones mucho más severas de frío.

2.9. Grasa suplementaria

Litherland et al (2014) sometieron tres grupos de terneros a tres tratamientos diferentes en concentraciones de grasa suplementaria (bajo, medio y alto contenido de grasa). Dicha suplementación con grasa a los terneros predestetados alimentados con sustituto de leche para terneros aumentó la ganancia de peso corporal y disminuyó la ingesta de iniciador hasta el día 21 cuando de contenido medio y alto de grasa todos los grupos pasaron a ser alimentados con una baja proporción de esta, lo que tuvo efectos de arrastre en la ingesta de iniciador al día 49 y redujo la altura de la cadera y tendió a reducir la altura de la cruz y la longitud del cuerpo en el día 56. La adición de grasa suplementaria a nivel bajo, durante un estrés leve por frío, puede resultar en una proporción subóptima de proteína cruda a energía metabolizable en el remplazo de leche para terneros. Las investigaciones futuras deberían investigar la eliminación más lenta de la grasa suplementaria del sustituto de la leche para evitar grandes cambios en la ingesta de energía.

2.10. Secado y calentamiento

Showkat et al (2015) evaluaron a diez terneros Vrindavani recién nacidos divididos al azar en dos grupos de cinco cada uno. El experimento se llevó a cabo cuando la temperatura ambiental estaba en su nivel más bajo. A los de un grupo no se le proporcionó nada y los del otro fueron protegidos contra el clima frío al proporcionarles calor utilizando las lámparas infrarrojas. Se midieron parámetros de rendimiento de crecimiento, químicos séricos y hormonales.

Con base en los resultados, concluyeron que las lámparas infrarrojas son eficientes para proporcionar un microclima favorable y, por lo tanto, pueden usarse de manera efectiva en el establo para proteger a los terneros recién nacidos de las condiciones adversas del invierno y mejorar su rendimiento de crecimiento corporal.

En otro experimento, pero con lechones, Andersen y Petersen (2015) tuvieron los siguientes objetivos a investigar: (1) si al proporcionar calor radiante en el lugar de nacimiento a los neonatos de esta especie en corrales con cerdas en jaulas reducen la hipotermia, (2) recabar datos del tiempo en obtener la primera ingesta de leche y (3) el crecimiento de los lechones durante la primera semana. Se montaron paneles de calor radiante sobre el piso de rejillas. Se atendieron los partos y se encendieron los calentadores al nacer el primer lechón y fueron apagados 12 h después. Los resultados mostraron que el calentamiento radiante redujo la hipotermia en los lechones recién nacidos e indican que proporcionar calor durante la primera media hora después del nacimiento es importante. Sin embargo, en los otros dos parámetros medidos no hubo resultados significativos.

Las formas indirectas de evaluar la termogénesis sin escalofríos en corderos son el uso de cámaras climáticas para caracterizar las respuestas metabólicas del cordero al medio ambiente (Alexander y Peterson, 1961). Esquila al final del embarazo (Symonds et al., 1992) y estrés por frío (Stott y Slee, 1985) han demostrado tener un impacto positivo en la deposición de tejido adiposo marrón (MTD) y, por lo tanto, en la capacidad termorreguladora de los corderos. En el cordero recién nacido, los principales depósitos de BAT se encuentran en las regiones peri-renal abdominal e inguinal de los corderos (Alexander y Bell, 1975; Everett-Hincks y Duncan, 2008).

Otro método para reducir esta pérdida de calor posnatal temprana es limitando la evaporación del líquido amniótico de la superficie corporal secando los lechones al nacer (eliminando la fuente de evaporación). A este respecto, Vande

Pol et al. (2020) demostraron que secar a los lechones con un desecante fue eficaz para reducir la pérdida de temperatura de los lechones en el período posnatal temprano.

2.11. Zeolita clinoptilolita y Tierra diatomea

A la clinoptilolita se le considera como una especie de “alta sílice” por estar enriquecida con Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} . Su relación Si/Al está entre 4.2 y 5.2. Es muy estable a la deshidratación, posee alta capacidad de intercambio iónico y estabilidad térmica. La estructura de la clinoptilolita es monoclinica y está constituida por celdas elementales de tetraedros de aluminio y silicio . Cerca del 34% del volumen de los cristales deshidratados es espacio vacío (Breck, 1974; Tsitsishvilli et al, 1992). Entre las zeolitas naturales sobresale la clinoptilolita por su abundancia, bajo costo y disponibilidad (Ackley y Yang, 1991).

Las zeolitas (clinoptilolitas) son una familia de minerales que tienen una estructura cristalina microporosa regular con múltiples microcavidades dentro de los cristales. La estructura está basada en aluminosilicatos ($\text{Na}_{12} [(-\text{SiO}_2)_{12} (\text{AlO}_2)_{12}] \cdot 27\text{H}_2\text{O}$) y cationes atrapados en microcavidades. Las zeolitas son “tamices moleculares” con mayor selectividad química en comparación con la sílice y el carbón activo. De hecho, los átomos de sílice y aluminio están en el centro de un tetraedro donde en el vértice hay átomos de oxígeno. El andamio está hecho de múltiples cavidades que pueden llenarse con moléculas de agua y metales pesados. Las moléculas de agua pueden soltarse si el mineral se expone al aire libre o si se calienta (Shelyakina, 2014). La diatomita es una roca sedimentaria compuesta de restos fosilizados de algas unicelulares conocida como diatomea (USGS, 2008) producida por la deposición de esqueletos. Posee una estructura única de baja densidad, alta capacidad de absorción, alta superficie específica y relativamente baja abrasión (Ramos, 1996).

La tierra de diatomea es clasificada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos como segura (Vincent *et al.*, 2003).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. General

Todos los métodos y manejo de las unidades experimentales utilizadas en este estudio fueron en estricto acuerdo con los lineamientos para el uso ético, cuidado y bienestar de animales en investigación a nivel internacional (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002) con número de referencia de aprobación institucional UAAAN-UL/ 38111-425501002-2706.

3.1. 3.2. Localización del área de estudio

El estudio se llevará a cabo, en un establo lechero de la Comarca Lagunera (25° 44' 36" N y 103° 10' 15" Oeste; 1,111 msnm). Esta región se caracteriza por presentar un clima cálido extremo; con temperaturas en verano que oscilan de los 23°C a 43°C y en invierno de 2°C a 9°C, con una precipitación pluvial anual de 240 mm y una humedad relativa de 29% a 83% (CONAGUA, 2010).

3.2. 3.3. Manejo Instalaciones y Equipo

Las becerras después de nacidas recibieron inmediatamente una asistencia técnica; desinfección del cordón umbilical con yodo al 5%, suministro de calostro antes de dos horas de nacido. Luego fueron identificados con aretes enumerados con la fecha del nacimiento, el número según el registro de becerras en el establo, también con la identificación de la madre, la limpieza del ambiente se realizó diariamente, se utilizó arena para la cama, realizando la rutina a diario.

Fue utilizado calostro de primer ordeño de vacas Holstein dentro de las primeras 24 h después del parto. El calostro con densidad 75 mg mL⁻¹ de Ig se colocó en biberones (2 L por biberón) hasta su suministro a las crías, el calostro fue refrigerado a 2°C. Las becerras estuvieron en jaulas individuales de madera, con techo de lámina, con medidas de 2.5 m de largo y 1.2 m de ancho. Equipadas con bebederos y comederos de aluminio (cubetas de 4L). Éstas se encontraban sobre una capa de arena la cual era rastreada diariamente y se cambia cada dos días, con el fin de mantener a la becerro en las mejores condiciones de higiene.

3.3. 3.4 Sujetos experimentales

Se seleccionaron 30 becerras Holstein Friesian, con un rango de peso promedio al nacimiento de 37.0 ± 0.5 , las cuales fueron divididas en dos grupos de manera aleatoria de acuerdo con la temperatura ambiental al nacimiento (7-15 y 16-29 °C); grupos al que se les aplicó el polvo higroscópico (G1 [7-15] n=5; G3 [16-29]= n=10), grupo sin tratamiento (G2 [7-15] n=8; G4 [16-29]= n=7). Estas fueron separadas de la madre al nacimiento, alojadas individualmente en jaulas previamente lavadas y desinfectadas. La primera ingesta de calostro se realizó dentro de la primera hora de vida (3 L por toma, con una calidad de > 50 mg / mL de IgG) y 6 h después de la primera toma se suministró una segunda con las mismas características (Godden, 2008). El diseño experimental se describe en la figura 1.

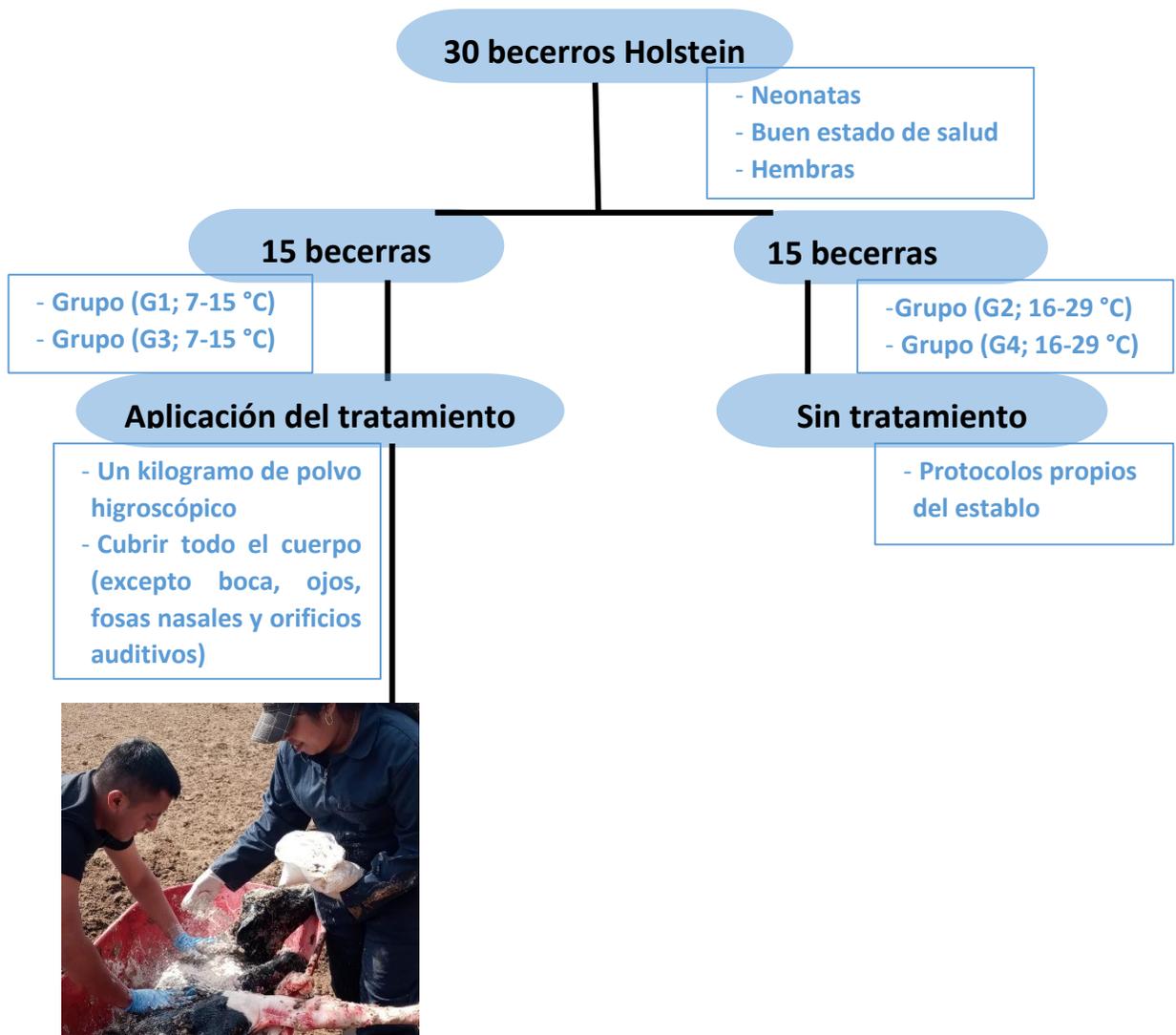


Figura 1. Procedimiento experimental de la aplicación de los tratamientos.

3.4. 3.5. Variables

3.5. Ganancia de peso (GP, kg/día)

Los pesos vivos (PV) se registraron a las 0 horas, día 7 y día 15, en horarios que fueron establecidos por el establo. El peso se registró utilizando una báscula para ganado de menor tamaño. La bascula se taraba a 0 en cada pesada (He et al., 2017).

3.6. Altura a la cruz (AC, m)

La altura a la cruz se midió desde el piso hasta la porción más sobresaliente de los cartílagos de las escápulas (la cruz). La regla se colocó junto a las extremidades delanteras del animal; un nivelador fue utilizado para asegurarse que la parte ajustable de la regla se encontrara descansando sobre la cruz del animal y que ésta fuera paralela al piso al momento de la medición (Salvador, 2000).

3.7. Determinación de la frecuencia cardiaca (FC)

La zona de auscultación cardiaca se delimito trazando un ángulo de 90 grados a la altura del codo del lado izquierdo que abarca del tercero al sexto espacio intercostal, ya que el primero y segundo se encuentran cubiertos por la escápula, en el sexto espacio intercostal encontramos el golpe de punta del corazón, la inserción inferior del músculo diafragmático y el fondo del saco ciego del retículo y con un estetoscopio se contaron el numero de latidos en un minuto (Radostis et al., 2020).

3.8. Frecuencia respiratoria (FR)

Se evaluó la frecuencia respiratoria de las terneras, observando la parrilla costal derecha, desde un ángulo tangencial del animal, se observa desde la derecha dado que el animal con sus movimientos ruminales puede entorpecer el conteo

de los valores de frecuencia. Para medir la frecuencia respiratoria se contaron los movimientos torácicos en el transcurso de un minuto utilizando un cronómetro (Huynh *et al.*, 2006).

3.9. Determinación de la temperatura corporal (TC)

Los datos se tomaron de las becerras de ambos grupos después de haberle aplicado el polvo secante. La temperatura corporal se tomó con un termómetro infrarrojo (Helect, H1020), en 4 partes diferentes del cuerpo (pierna, flanco, paleta y oreja) para luego promediarlas. Para la temperatura rectal se utilizó un termómetro rectal digital (CAEL0011), tomada después de la aplicación del tratamiento (Radostis *et al.*, 2020).

3.10. Temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR)

Los datos de TA (°C) y HR (%) se tomaron a la misma hora del nacimiento de cada becerro con un termómetro (Proskit, TESNT312). Los datos de temperaturas se dividieron en dos rangos (7-15 °C y 16-30°C) con relación a las demás variables.

3.11. Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante la prueba t de Student para determinar las diferencias entre los grupos de tratamientos e identificar alteraciones significativas causadas por la aplicación del polvo. Los grupos se registraron las enfermedades para determinar la salud de las becerras, solo se consideraron diarreas y neumonías mediante una chi-cuadrada. El registro se realizó a partir del nacimiento hasta los 60 días de vida. Se utilizó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Esto mediante el programa estadístico SYSTAT 12.

4. RESULTADOS

4.1. Peso y talla

A continuación, se muestran los resultados del primer estudio del uso de secado en becerras a la hora del nacimiento. Con los rangos de temperaturas menores a 15 °C no existió diferencia significativa en la ganancia de pesos ($P>0.05$).

Por otra parte, se pudo observar un efecto de ganancia de peso en las becerras que estuvieron en rangos de temperatura superiores entre 16 a 30 °C mostrando hasta 1.448 kg de ganancia durante los primeros 7 días en becerras tratadas con el secante y hasta 2.05 cm de talla superior al grupo control (Tabla 1). Por otra parte la talla se pudo determinar un mayor tamaño en las becerras en el G3 con respecto al G4 mostrando una diferencia de 1.20 cm en promedio de diferencia entre grupos ($P<0.05$).

Tabla 1. Respuesta de los grupos G1, G3 (tratados), G2, G4 (control) a diferentes rangos de temperatura (7-15 °C y 16-30°C) con relación a la ganancia de peso (kg).

Temp. Ambiente °C	Grupos	Peso al Nacimiento (kg)	Ganancia de peso		
			0-7 d/kg	0-15 d/Kg	Ganancia total
7-15 °C	G1 (n=5)	35.8±2.0	5.3±0.4	5.9±1.3	11.2±1.4
	G2 (n=8)	38.5±0.5	5.7±0.5	6.2±0.3	12.0±0.7
<i>P-value</i>		0.307	0.538	0.777	0.651
16-30 °C	G3 (n=10)	37.2±1.0	5.8±0.3	4.9±0.2	10.8±0.4
	G4 (n=7)	36.1±1.3	4.2±0.4	4.5±0.3	8.7±0.6
<i>P-value</i>		0.523	0.013	0.283	0.016

Tabla 2. Respuesta de los grupos G1, G3 (tratados), G2, G4 (control) a diferentes rangos de temperatura (7-15 °C y 16-30°C) con relación a la talla (cm).

Temp. Ambiente °C	Grupos	Talla al Nacimiento (cm)	Aumento de talla		Total de talla ganada
			0-7 d/cm	0-15 d/cm	
7-15 °C	G1 (n=5)	77.6±4.3	2.6±1.5	3.0±0.5	5.6±0.6
	G2 (n=8)	79.3±2.1	2.3±1.1	2.7±0.5	5.3±0.3
<i>P-value</i>		0.431	0.786	0.756	0.723
16-30 °C	G3 (n=10)	78.8±0.5	2.6±0.4	2.3±0.4	4.9±0.7
	G4 (n=7)	76.4±0.7	2.3±0.3	2.8±0.5	5.1±0.8
<i>P-value</i>		0.113	0.606	0.439	0.827

4.2. Constantes fisiológicas y temperatura de las áreas anatómicas (AAT) y rectal (TR)

Los rangos promedio de constantes fisiológicas de las becerras se muestra en la tabla 3. Donde de manera general, no existió diferencia significativa en cuanto a la TR para los grupos tratados y control independientemente del rango de temperatura al nacimiento ($P>0.05$). Sin embargo, con temperaturas superiores entre 16 a 30 °C se mostró una mayor FR en los animales del grupo control (G4; $P<0.05$; Tabla 3). Referente a las temperaturas de las AA y TR no existió diferencia significativa entre grupos experimentales y rangos de temperatura ($P<0.05$). Pero si encontramos una variabilidad entre la temperatura AAT contra la TR ($P<0.05$).

Tabla 3. Respuesta de los grupos G1, G3 (tratados), G2, G4 (control) a diferentes rangos de temperatura (7-15 °C y 16-30°C) con relación a las constantes fisiológicas (temperatura rectal, frecuencia cardiaca “FC” y Frecuencia respiratoria “FR”).

Temp. Ambiente °C	Grupos	Constantes fisiológicas		
		TR	FC	FR
7-15 °C	G1 (n=5)	38.7±0.1	88.4±5.7	34.4±1.7
	G2 (n=8)	37.8±0.3	89.8±5.2	36.5±1.7
<i>P-value</i>		0.073	0.861	0.447
16-30 °C	G3 (n=10)	38.5±0.2	79.3±2.0	34.1±1.2
	G4 (n=7)	38.7±0.1	93.2±8.9	41.8±1.6
<i>P-value</i>		0.667	0.179	0.003

Tabla 4. Respuesta de los grupos G1, G3 (tratados), G2, G4 (control) a diferentes rangos de temperatura (7-15 °C y 16-30°C) respecto a la temperatura rectal.

Temp. Ambiente °C	Grupos	Áreas anatómicas (AA)				TAA (°C)	TR (°C)	Diferencia Temp AA vs TR (°C)
		Oreja (°C)	Flanco (°C)	Paleta (°C)	Pierna (°C)			
7-15 °C	G1 (n=5)	16.0±0.5	20.1±1.4	19.9±1.1	19.4±0.8	18.8±0.8	38.7±0.1 ^a	19.8±0.8 ^b
	G2 (n=8)	15.8±1.5	18.0±1.1	18.3±1.5	18.5±1.4	17.7±1.3	37.8±0.3 ^a	20.1±1.3 ^b
<i>P-value</i>		0.907	0.319	0.452	0.598	0.501	0.073	0.844
16-30 °C	G3 (n=10)	20.6±0.2	22.4±0.7	22.3±0.5	22.1±0.6	21.9±0.6	38.5±0.2 ^a	16.6±0.6 ^b
	G4 (n=7)	20.4±1.3	22.5±1.4	22.5±1.5	22.6±1.5	22.0±1.4	38.7±0.1 ^a	16.6±1.3 ^b

P-value 0.944 0.930 0.919 0.802 0.920 0.667 0.977

a, b = difieren estadísticamente entre tratamientos ($P < 0.05$). NS = No significativo ($P > 0.05$).

4.3. Niveles de refractómetro y porcentaje de enfermedades

No existió diferencia significativa entre la reflectometría, a las primeras 24 h de vida en los G1, G2, G3 y G4 ($P < 0.05$). En promedio los grupos tuvieron un rango de 6.1 ± 0.1 , ($P > 0.05$; Figura 1); No se encontró diferencia entre grupos del mismo rango de temperaturas al nacimiento ($7-15$ y $16-29$ °C; $P > 0.05$). Mostrando entre un 60% a 80% de enfermedades en todos los grupos ($P > 0.05$).

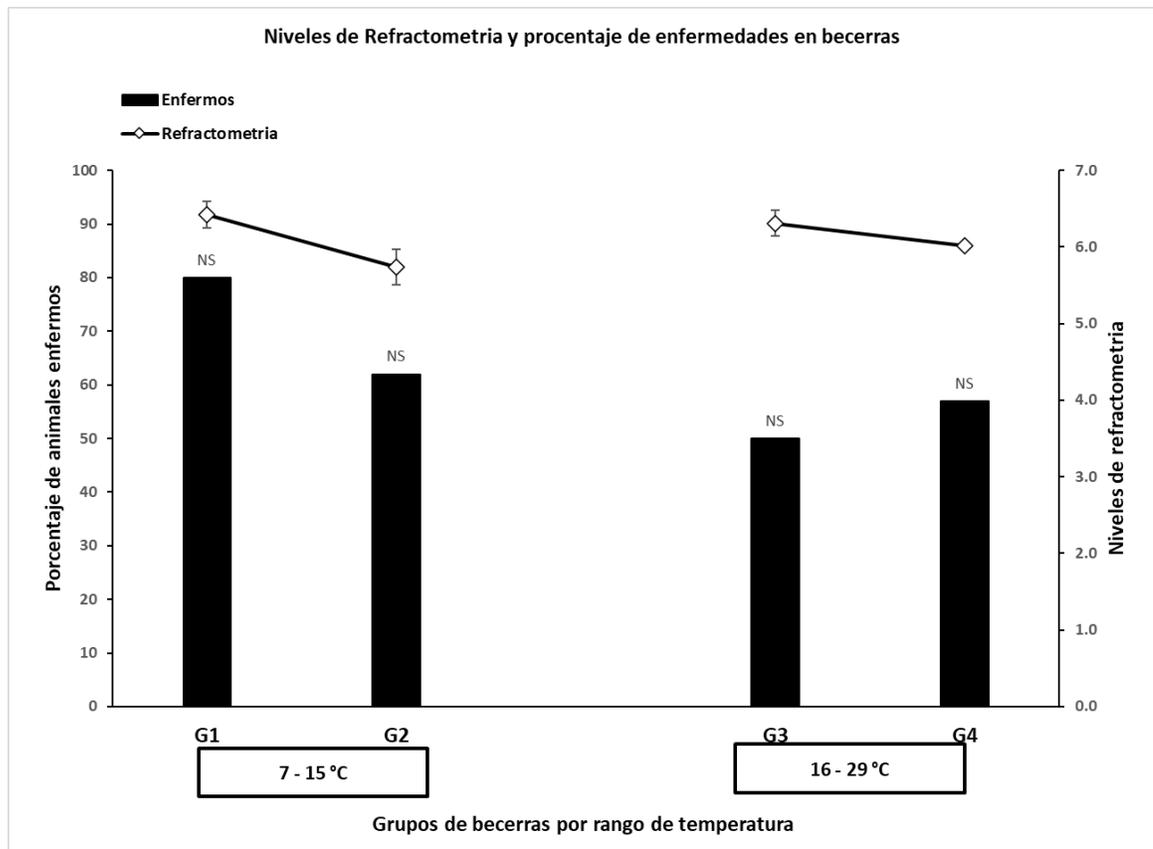


Figura 2. Niveles de refractometria y porcentaje de animales enfermos durante los primeros 30 días de vida. a, b = difieren estadísticamente entre tratamientos ($P < 0.05$). NS = No significativo ($P > 0.05$).

5. DISCUSIÓN

Siempre se ha relacionado que el manejo adecuado y temprano de los terneros antes del destete puede tener efectos en su rendimiento a largo plazo (Kehoe et al., 2007; Drackley, 2008). Factores ambientales como la temperatura, la humedad y el flujo de aire tienen un impacto en la salud y el rendimiento del crecimiento en los terneros (Litherland et al., 2014) y aunque los rumiantes son animales homeotermos, es decir, que tienen la habilidad de controlar su temperatura corporal dentro de un ajustado margen a través de diferentes procesos fisiológicos (Bianca, 1968), los terneros jóvenes, en particular, poseen una zona termoneutral más estrecha que la de las vacas adultas (Moore *et al.*, 2012). Los terneros recién nacidos pueden ser susceptibles a cambios ambiente porque tienen una relación área de superficie corporal / peso corporal baja y una capa delgada de piel y grasa subcutánea (Gonzalez-Jimenez and Blaxter, 1962; Olson *et al.*, 1980; Berman 2003; Laer *et al.*, 2014). Además, hay un desarrollo insuficiente del rumen para demostrar la función fisiológica durante este período (Khan *et al.*, 2011); por lo tanto, los terneros no pueden depender del calor de fermentación. El trabajo descrito por Young (1981) indicó que el estrés por frío se asoció con una mayor tasa metabólica en reposo, mayor necesidad de energía para el mantenimiento y estimulación del apetito, lo que resultó en una disminución en la eficiencia digestiva. Aunque en el presente estudio no hubo estrés por frío, con temperaturas menores a 15 °C, si observamos una diferencia con rangos mayores a 16 °C el grupo tratado con el secante mostró una mayor ganancia de peso durante los primeros 7 días de vida. Esto sugiere probablemente un estrés por térmico por calor y por lo tanto, las becerras a las que no se les aplicó el polvo hidrosópico tuvieron un desgaste de energía extra en las primeras horas de vida al tratar de mantener la temperatura corporal dentro de los parámetros normales por efecto de la humedad corporal y temperatura ambiente.

Por otra parte, en nuestro estudio pudimos observar un aumento de la frecuencia cardiaca en las becerras nacidas arriba de 16 °C del grupo control. Lo cual nos indica un proceso de estrés por parte de estos animales. Rawson *et al.* (1989) informaron un aumento en la FC promedio de hasta 36 lpm en terneros alojados en ambientes fríos en comparación con aquellos alojados en ambientes cálidos. Lo cual contrasta con nuestros resultados. Sin embargo, en el presente estudio no hubo diferencias en la FC en ambos grupos de becerras a los rangos de temperatura ambiente expuestas. Sin embargo, otros estudios indican un efecto térmico por temperaturas bajas, por ejemplo, se menciona que los terneros en el estudio de Rawson *et al.* (1989) se alojaron en temperaturas ambiente por debajo de 0 ° C, lo que sugiere que la temperatura ambiente en el presente estudio no fue potencialmente lo suficientemente extrema como para producir una respuesta en la frecuencia cardiaca. Las diferencias con nuestro trabajo pudieron deberse a que no se llegaron a alcanzar estas temperaturas de 0 °C solo una mínima de 9°C lo cual no condiciono a los animales a estar en un estado de estrés por frio como los datos del trabajo anteriormente mencionado.

En cuanto a la temperatura rectal, no encontramos diferencia significativa entre grupos tratados ni rangos de temperatura. Segun Scoley *et al.* (2019) mencionaron que un total del 61,4% de las mediciones de temperatura ambiente registradas durante el período experimental fueron ≤ 10 ° C, a terneros neonatos se le proporcionó chalecos para el frio, los cuales tendieron a tener una temperatura rectal mayor durante los 5 a 20 días de edad en comparación a los terneros que no se les proporcionó chalecos. Sin embargo, las temperaturas de ambos grupos se mantuvieron dentro de los límites fisiológicos normales mientras tenían los chalecos y después de quitárselos, sin diferencia de tratamiento. En el nuestro estudio se observó que temperaturas ambientales entre 15 a 7 °C las becerras con la aplicación del producto mantuvieron una temperatura rectal igual en los grupos, con lo cual pensamos que no afecto este parámetro el uso del polvo hidrosopico. Pero ha temperaturas superiores entre 16 a 30 °C no hubo diferencias para la temperatura rectal en ambos grupos. Sin

embargo, pudimos observar una menor temperatura en las áreas anatómicas medidas (Paleta, patas, orejas) con respecto a la temperatura rectal y esto pudo deberse a que se ha mencionado en corderos que la mitad de la pérdida total de calor de un cordero ocurre a través de la piel por radiación y conducción (Samson y Slee, 1981). Así mismo las zonas distales del animal existe una tasa de intercambio de calor entre la piel y el medio ambiente es una función de la relación superficie-volumen, de modo que la tasa de intercambio es mayor en estas zonas y existe una menor temperatura.

6. CONCLUSIÓN

Bajo el alojamiento individual, las condiciones climáticas y de manejo descritas en el presente estudio, la aplicación del polvo con propiedades higroscópicas en los primeros minutos de vida de las becerras no mostró diferencia en la ganancia de peso ni los niveles de reflectometría. Sin embargo, necesitamos más información de la aplicación de este producto, pero en condiciones extremas de frío.

7. REFERENCIAS

- Adamczyk K., Gil Z., Felenczak A., Skrzynski G., Zapletal P., Choroszy Z. (2011): Relationship between milk yield of cows and their 24-hour walking activity. *Animal Science Papers and Reports*, 29, 185–195.
- Albright L.D., Timmons M.B. (1984): Behavior of dairy cattle in free stall housing. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 27, 1119–1126.
- Alexander, G. Energy metabolism in the starved new-born lamb. *Aust. J. Agric. Res.* 1962, 13, 144–164.
- Alexander, G., Bell, A.W., 1975. Quantity and calculated oxygen consumption during summit metabolism of brown adipose tissue in new-born lambs. *Neonatology* 26, 214–220.
- Alexander, G.; Williams, D. Shivering and non-shivering thermogenesis during summit metabolism in young lambs. *J. Physiol.* 1968, 198, 251–276.
- Almeyda, J. 2013. Manual de Manejo y Alimentación de Vacunos Lecheros. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. Disponible el: http://www.producción-animal.com.ar/producción_bovina_de_leche/producción_bovina_leche/134-Manual_manejo_1.pdf
- Alvarez, M. B., & Johnson, H. D. (1970). Urinary excretion of adrenaline and noradrenaline in cattle during heat and cold exposure. *Journal of Dairy Science*, 53, 928–930. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(70\)86320-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(70)86320-2)
- Arias, R. A., Mader, T.L. and Escobar, P.C. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. med. vet.*, 2008, vol.40, no.1, p.7-22. ISSN 0301-732X
- Bateman, H. G., T. M. Hill, J. M. Aldrich, R. L. Schlotterbeck, and J. L. Firkins. 2012. Meta analysis of the impact of initial serum protein concentration and empirical prediction model for growth of neonatal Holstein calves through eight weeks of age. *J. Dairy Sci.* 95:363–369. doi:10.3168/jds.2011-4594
- Bavera, G. A. y Béguet, H. A. 2003. Termoregulación corporal y ambientación. *Cursos de producción bovina de carne.*
- Bellinger, D. L., Millar, B. A., Perez, S., Carter, J., Wood, C., ThyagaRajan, S., ... Lorton, D. (2008). Sympathetic modulation of immunity: Relevance to disease. *Cellular Immunology*, 252, 27–56. <https://doi.org/10.1016/j.cellimm.2007.09.005>.
- Berman, A., 2003. Effects of body surface area estimates on predicted energy requirements and heat stress. *Journal of Dairy Science*, 86, 3605–3610. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73966-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73966-6)
- Berthon D, Herpin P and Le Dividich J 1994. Shivering thermogenesis in the neonatal pig. *Journal of Thermal Biology* 19, 413–418.
- Bhat, S. A., B. Bhushan, S. A. Sheikh, T. Chandrasekar, A. S. Godara, P. Bharti, and K. P.K. P. Japheth. 2015. Effect of infrared lamps to ameliorate cold stress in Vrindavani calves. *Vet. World.* 8:777–82. doi:10.14202/vetworld.2015.777-782

- Bianca, W. 1968. Thermoregulation. In: Hafez ES (ed). *Adaptation of Domestic Animals*. Lea & Febiger, Philadelphia, USA, Pp 97-118.
- Birkelo, C. P., DE Johnson. 1993. Seasonal environment, performance and energy metabolism of feedlot cattle in northern Colorado. *Proc 4th Int Livest Envir Symp*, University of Warwick, Coventry, England, Pp 1117-1124.
- Broom, D.M. and Johnson, K.G. (1993) *Stress and Animal Welfare*. London: Chapman and Hall.
- Broucek J., Letkovicova M., Kovalcuj K. (1991): Estimation of cold stress effect on dairy cows. *International Journal of Biometeorology*, 35, 29–32.
- Butler, L., Daly, R. and Wright, C. (2010) Cold stress and newborn calves. *The Beef Site*.
- Carstens G 1994. Cold thermoregulation in the newborn calf. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice* 10, 69–106.
- Christison, G. I., JD Milligan. 1974. A seven year study of winter performance of feedlot steers in western Canada. *Proceeding of the International Livestock Environment Symposium*, University of Nebraska-Lincoln, USA, Pp 296-300.
- Collier, R. J., D. K. Beede, W. W. Thatcher, L. A. Israel, and C. J. Wilcox. 1982. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65:2213–2227. doi:10.3168/jds. S0022-0302(82)82484-3
- Cook N.B., Bennett T.B., Nordlund K.V. (2005): Monitoring indices of cow comfort in free-stall-housed dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88, 3876–3885.
- Curtis, S. 1970. Environmental-thermoregulatory interactions and neonatal piglet survival. *J. Anim. Sci.* 31:576–587. doi:10.2527/jas1970.313576x.
- Curtis, S. 1974. Responses of the piglets to perinatal stressors. *J. Anim. Sci.* 38:1031–1036. doi:10.2527/jas1974.3851031x.
- Doubek, J., Slosarkova, S., Fleischer, P., Mala, G. and Skoivanek, M. (2003) Metabolic and hormonal profiles of potentiated cold stress in lambs during early postnatal period. *Czech J. Anim. Sci.*, 48: 403-411.
- Drackley, J.K., 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24, 55–86
- Duddy, G., Bell, A.K., Shands, C.G. and Hegary, R.S. (2007) Feedlotting lambs. *primefact 523*, NSW Department of Primary Industries. p12.
- Eales, F.A. Some determinants of heat production capacity and susceptibility to hypothermia in newborn lambs. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh, Edinburgh, UK, 1983.
- Earley B, Murray M, Farrell JA and Nolan M 2004. Rearing calves outdoors with and without calf jackets compared with indoor housing on calf health and liveweight performance. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 43, 59–67.
- Edwards SA 2002. Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? *Livestock Production Science* 78, 3–12.
- Everett-Hincks, J., Duncan, S., 2008. Lamb post-mortem protocol for use on farm: to diagnose primary cause of Lamb death from birth to 3 days of age. *Open Vet. Sci. J.* 2, 55-62.

- FASS. (2010). Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching (Federation Animal Science Society (ed.); 3rd Edition).
- Fuerst-waltl, B. and Fuerst, C. (2010) Mortality in Austrian dual purpose Fleckvieh calves and heifers. *Livest. Sci.*, 132: 80-86.
- García-Ispierto, I., López-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaria, P., Yániz, J. L., Nogareda, C., De Rensis, F., and López-Béjar, M., 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology*, 67, 1379–1385.
- Garzón, B. Q. 2008. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Departamento Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez.
- Gonzalez-Jimenez E and Blaxter KL 1962. The metabolism and thermal regulation of calves in the first month of life. *The British Journal of Nutrition* 16, 199–212.
- Gonzalez-Jimenez, E., and Blaxter, K.L., 1962. The metabolism and thermal regulation of calves in the first month of life. *British Journal of Nutrition*, 16, 199–212. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN19620021>
- Graunke K.L., Schuster T., Lidfors L.M. (2011): Influence of weather on the behaviour of outdoor-wintered beef cattle in Scandinavia. *Livestock Science*, 136, 247–255.
- Gwazdauskas, F.C., 1985. Effects of climate on reproduction in cattle. *J. Dairy Sci.* 68 (6), 1568–1578. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80995-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80995-4).
- Hahn, G. L., TL Mader. 1997. Heat waves and their relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. Proc 5th Int Livestock Environ Symp, Minneapolis, USA, American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St. Joseph, MO, Pp 563-567.
- Hansen, M., Madsen, P. and Jensen, J. (2003) Genetic parameters of postnatal mortality in danish holstein calves. *J. Dairy Sci.*, 86: 1807-1817.
- He, Z. X., Ferlisi, B., Eckert, E., Brown, H. E., Aguilar, A., Steele, M. A. (2017). Supplementing a yeast probiotic to pre-weaning Holstein calves: Feed intake, growth and fecal biomarkers of gut health. *Animal Feed Science and Technology*, 226, 81-87.
- Hepola H, Hänninen L, Pursiainen P, Tuure VM, Syrjälä-Qvist L, Pyykkönen M and Saloniemi H 2006. Feed intake and oral behaviour of dairy calves housed individually or in groups in warm or cold buildings. *Livestock Science* 105, 94–104.
- Herpin, P., M. Damon, and J. Le Dividich. 2002. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 78:25–45. doi:10.1016/S0301-6226(02)00183-5.
- Hoelscher, M., 2001. Adverse winter conditions increase cost of production. *Feedstuffs* 73 (16), 5.
- Horky P. (2014): Effect of protein concentrate supplement on the qualitative and quantitative parameters of milk from dairy cows in organic farming. *Annals of Animal Science*, 14, 869–882.

- Huang, C., Tsuruta, S., Bertrand, J.K., Misztal, I., Lawlor, T.J., and Clay, J.S., 2008. Environmental effects on conception rates of Holsteins in New York and Georgia. *Journal of Dairy Science*, 91, 818–825.
- Husvéth, F. (2011) Physiological and reproductional aspects of animal production. Debrecen University, University of West Hungary, Pannon University. p3.
- Huynh T, Aarnink A, Truong C, Kemp B, Verstegen M. 2006. Effects of tropical climate and water cooling methods on growing pig's responses. *Livestock Sci* 104: 278-291. doi: 10.1016/ j.livsci.2006.04.029
- IUPS Thermal Commission 2001. Glossary of terms for thermal physiology. *The Japanese Journal of Physiology* 51, 245–280.
- Kadzere C.T., Murphy M.R., Silanikove N., Maltz E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77, 59–91.
- Kehoe, S.I., Dechow, C.D., and Heinrichs, A.J., 2007. Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. *Livestock Science*, 110, 267–272.
- Kehoe, S.I., Dechow, C.D., and Heinrichs, A.J., 2007. Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. *Livestock Science*, 110, 267–272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.11.007>
- Khan, M.A., Weary, D.M., and Von Keyserlingk, M.A.G., 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94, 1071–1081. DOI: 10.3168 / jds.2010-3733
- Knížkova I., Kunc P., Koubkova M., Flusser J., Dolezal O. (2002): Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. *Livestock Production Science*, 77, 349–353
- Laer, E.V., Moons, C.P.H., Sonck, B., and Tuytens, F.A.M. 2014. Importance of outdoor shelter for cattle in temperate climates. *Livestock Science*, 159, 87–101.
- Le Dividich, J., and J. Noblet. 1981. Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biol. Neonate* 40:167–174. doi:10.1159/000241486.
- Lenis Sanin, Y., Zuluaga Cabrera, A.M., Tarazona Morales, A.M., 2016. Adaptive responses to thermal stress in mammals. *Rev. Bras. Med. Vet* 31, 121–135.
- Litherland, N.B., Da Silva, D.N.L., LaBerge, R.J., Schefers, J., and Kertz, A., 2014. Supplemental fat for dairy calves during mild cold stress. *Journal of Dairy Science*, 97, 2980–2989.
- Mader T.L., Johnson L.J., Gaughan J.B. (2010): A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *Journal of Animal Science*, 88, 2153–2165.
- Mader, T. L., JM Dahlquist, GL Hahn. 1997. Wind protection effects and airflow patterns in outside feedlots. *J Anim Sci* 75, 26-36. DOI: 10.2527 / 1997.75126x
- Mader, T.L., 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81, 110–119. https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E110x

- Malmkvist J, Pedersen LJ, Damgaard BM, Thodberg K, Jørgensen E and Labouriau R 2006. Does floor heating around parturition affect the vitality of piglets born to loose housed sows? *Applied Animal Behaviour Science* 99, 88–105.
- Meyer, C.L., Berger, P.J. and Thompson, J.R. (2001) Genetic evaluation of holstein sires and maternal grandsires in the United States for perinatal survival. *J. Dairy Sci.*, 84: 1246-1254.
- Moore, D.A., Duprau, J.L., and Wenz, J.R., 2012. Short communication: Effects of dairy calf hutch elevation on heat reduction, carbon dioxide concentration, air circulation, and respiratory rates. *Journal of Dairy Science*, 95, 4050–4054.
- Moore, D.A., Duprau, J.L., and Wenz, J.R., 2012. Short communication: Effects of dairy calf hutch elevation on heat reduction, carbon dioxide concentration, air circulation, and respiratory rates. *Journal of Dairy Science*, 95, 4050–4054. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5397>.
- Morales, R. y Ramírez, J. 2014. Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. Osorno Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Boletín N°297, 96p.
- Nabenishi, H. y Yamazaki, A. (2016). Efectos del índice de temperatura-humedad sobre la salud y el rendimiento del crecimiento en terneros negros japoneses. *Sanidad y producción de animales tropicales*, 49 (2), 397–402. doi: 10.1007 / s11250-016-1207-2
- Nabenishi, H., Ohta, H., Nishimoto, T., Morita, T., Ashizawa, K., and Tsuzuki, Y., 2011. Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in southwestern Japan. *Journal of Reproduction and Development*, 57, 450– 456.
- NAM. (2002). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. (Harlan Mexico (ed.); 1st ed). National Academy of Medicine, Mexico and the Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International. <https://books.google.com.mx/books?id=GyxkAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Guid%0Ae+for+the+Care+and+Use+of+Laboratory+Animals.+I+SBN&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEw%0Ajr1pG0tNjrAhUEPq0KHRA3AU0Q6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=Guide%2520for%2520the%2520Care%2520and%2520>
- Nonnecke BJ, Foote MR, Miller BL, Fowler M, Johnson TE and Horst RL 2009. Effects of chronic environmental cold on growth, health, and select metabolic and immunologic responses of preruminant calves1. *Journal of Dairy Science* 92, 6134–6143.
- Olson DP, Papasian CJ and Ritter RC 1980a. The effects of cold stress on neonatal calves II. absorption of colostral immunoglobulins. *Canadian Journal of Comparative Medicine* 44, 19–23.
- Olson DP, Papasian CJ and Ritter RC 1980b. The effects of cold stress on neonatal calves. I. Clinical condition and pathological lesions. *Canadian Journal of Comparative Medicine* 44, 11–18.
- Olson, B. E., Wallander, R. T. (2002). Influence of winter weather and shelter on activity patterns of beef cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 82, 491–501. <https://doi.org/10.4141/a01-070>

- Olson, D.P., Papasian, C.J., and Ritter, R.C., 1980. The effects of cold stress on neonatal calves. I. Clinical condition and pathological lesions. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 44, 11.
- Osteras, O., Gjestvang, M.S. and Vatn, S. (2007) Perinatal death in production animals in the Nordic countries – Incidence and costs. *Acta Vet. Scand.*, 49(1): 14.
- Otterby, D.E. & Linn, J.E. 1981. Advances in nutrition and management of calves and heifers. *J. Dairy Sci.* 64:1365.
- Panzardi A., T. Bierhals, A. P. G. Mellagi, M. L. Bernardi, F. P. Bortolozzo, and I. Wentz. 2009. Survival of piglets according to physiological parameters at birth. In: H. R. Martínez, J. L. Vallet, and A. J. Ziecik, editors. *Proc. of the 8th Int. Conf. 2009 on Pig Repro*, Banff, Canada.
- Pedersen LJ, Berg P, Jørgensen G and Andersen IL 2011. Neonatal piglet traits of importance for survival in crates and indoor pens. *Journal of Animal Science* 89, 1207–1218.
- Pedersen LJ, Malmkvist J, Kammersgaard T and Jørgensen E 2013. Avoiding hypothermia in neonatal pigs: effect of duration of floor heating at different room temperatures. *Journal of Animal Science* 91, 425–432.
- Pérez. Apartado 18. San José de las Lajas. La Habana (Cuba).
- Phillips, C.J.C. (2010) *Principles of Cattle Production*. 2nd ed. CAB International, Wallingford. p233.
- Piccione G, Caola G and Refinetti R 2003. Daily and estrous rhythmicity of body temperature in domestic cattle. *BMC Physiology* 3, 7.
- Quigley, J. 1998. Nota Acerca de Terneros #22 - Usando el Calostrómetro para medir la calidad del calostro (en línea). Consultado el 10 de junio de 2015.
- Radostis, O. M., Mayhew, I. G., & Houston, D. M. (2002). *Veterinary examination and diagnosis* (H. H. Sciences (ed.); 1°).
- Rawson, R. E., Dziuk HE, Good AL, Anderson JF, Bates DW, Ruth GR and Serfass RC 1989. Health and metabolic responses of young calves housed at -30 degrees C to 8 degrees C. *Canadian Journal of Veterinary Research* 53, 268-274.
- Riondato, F., D'Angelo, A., Miniscalco, B., Bellino, C., & Guglielmino, R. (2008). Effects of road transportation on lymphocyte sub- sets in calves. *The Veterinary Journal*, 175, 364–368. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.02.001>
- Roland, L., M. Drillich, D. Klein-Jöbstl, and M. Iwersen. 2016. Invited review: influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *J. Dairy Sci.* 99:2438–2452. doi:10.3168/jds.2015-9901
- Rosa A. S. and Plaza, Vicente D. A. (2011). Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vols (4), Pp 88-92.
- Samson, D.E.; Slee, J. Factors affecting resistance to induced body cooling in newborn lambs of 10 breeds. *Anim. Sci.* 1981, 33, 59–65.
- Scanes, C. (2011) *Fundamentals of Animal science*. Delmar, USA. p503.
- Scoley, G., Gordon, A. y Morrison, SJ (2019). El efecto del uso de chalecos para pantorrillas sobre el rendimiento, el comportamiento y las respuestas

- fisiológicas de los terneros lecheros alojados en grupo. *Animal*, 1–9. DOI: 10.1017 / s1751731119001071
- Scott, S. L., Christopherson, R. J., Thompson, J. R., & Baracos, V. E. (1993). The effect of a cold environment on protein and energy metabolism in calves. *British Journal of Nutrition*, 69, 127–139. <https://doi.org/10.1079/bjn19930015>
- Shelyakina MK, Soldatkin OO, Arkhypova VM, Kasap BO, Akata B, Dzyadevych SV. Study of zeolite influence on analytical characteristics of urea biosensor based on ion-selective field-effect transistors. *Nanoscale research letters* 2014;9(1):124.
- Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67, 1–18. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00162-7
- Siple P.A., Passel C.F. (1945): Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89, 177–199.
- Stevenson, H. Conditions of neonatal lambs. *Livestock* 2014, 19, 41–46. [CrossRef]
- Stott, A., Slee, J., 1985. The effect of environmental temperature during pregnancy on thermoregulation in the newborn lamb. *Anim. Prod. Sci.* 41, 341–347.
- Symonds, M.E., Bryant, M.J., Clarke, L., Darby, C.J. and Lomax, M.A. (1992) Effect of maternal cold exposure on brown adipose tissue and thermogenesis in the neonatal lamb. *J. Physiol.*, 455: 487-502.
- Tao, S., and G. E. Dahl. 2013. Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 96:4079–4093. doi:10.3168/jds.2012-6278
- Turner, J., 1980. Genetic and biological aspects of Zebu adaptability. *J. Anim. Sci.* 50 (6), 1201-1205.
- USA Department of Agriculture. 2010. Dairy 2007-Heifer calf health and management practices on US dairy operations, 2007. USDA: APHIS: VS: CEAH. Fort Collins, CO.
- Vande Pol, K. D., A. F. Tolosa, C. M. Shull, C. B. Brown, S. A. S. Alencar, and M. Ellis. 2020. Effect of method of drying piglets at birth on rectal temperature over the first 24 hours after birth. *Transl. Anim. Sci.* doi:10.1093/tas/txaa183.
- Webster, A. J. (1971). Prediction of heat losses from cattle exposed to cold outdoor environments. *Journal of Applied Physiology*, 30, 684– 690. <https://doi.org/10.1152/jappl.1971.30.5.684>
- West J.W. (2003): Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86, 2131–2144.
- Young, B. A. 1981. Cold stress as it affects animal production. *J Anim Sci* 52, 154-163. DOI: 10.2527 / jas1981.521154x
- Young, B., 1981. Cold stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52 (1), 154–163.
- Young, B., 1983. Ruminant cold stress: effect on production. *J. Anim. Sci.* 57 (6), 1601–1607.