



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes



División de Estudios de Posgrado e Investigación
Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria

**Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema
de estabulación libre en verano, en zona árida de México**

Tesis que presenta:

Alejandra Quezada Mata

Como requisito parcial para obtener el grado de:
Maestra en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria



El Llano Aguascalientes, México, noviembre de 2022.



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DICTAMEN DE TESIS APROBADA**

El Llano, Aguascalientes. **15/noviembre/2022**

El Comité de Tesis del Candidato a grado **C. ALEJANDRA QUEZADA MATA**, aprobado por el Consejo de Posgrado de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes; integrado por los **CC. DRA. IRENE VICTORIA VITELA MENDOZA, DR. CARLOS RICARDO CRUZ VÁZQUEZ, DR. MIGUEL RAMOS PARRA** habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final de la tesis titulada: **"Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre en verano, en zona árida de México"**, que presenta como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria, según lo establecen los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado del TecNM, y de acuerdo a las Bases para la Elaboración de Tesis de Posgrado, dictaminaron su **APROBACIÓN** para que pueda ser presentada en el Examen de Grado correspondiente.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Terra Rica, Sapientia Nostra, Homo Superior Est*

DRA. IRENE VICTORIA VITELA MENDOZA
DIRECTORA DE TESIS

DR. CARLOS RICARDO CRUZ VÁZQUEZ
ASESOR

DR. MIGUEL RAMOS PARRA
ASESOR

C.c.p.- Consejo de posgrado.
C.c.p.- Archivo.



Km. 18 Carretera Ags. - S.L.P., El Llano Aguascalientes, C.P. 20330 Tel. (449) 962 - 11 - 00 ext. 212 e-mail: e-mail: depi_llano@tecnm.mx tecnm.mx | llano.tecnm.mx

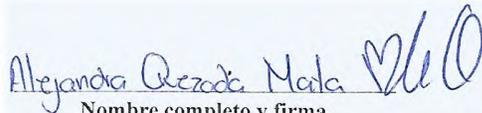


2022 Flores
Año de Magón
EXCELENCIA EN LA EDUCACIÓN MEXICANA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de El Llano, Aguascalientes el día 27 de octubre del año 2022, la que suscribe, C. Alejandra Quezada Mata , alumno del Programa de Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria con número de control 20900212 , adscrito al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, manifiesta ser autor del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Irene Victoria Vitela Mendoza, y cede los derechos del trabajo intitulado "Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre en verano, en zona árida de México" y de patentes y beneficios que puedan originarse del presente, al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes,

ATENTAMENTE


Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto.

A mi directora de tesis, la Dra. Irene Victoria Vitela Mendoza, sus enseñanzas y conocimientos invaluable que me brindo para poder realizar esta investigación, y sobre todo su gran paciencia durante estos dos años.

A los miembros de mi comité, investigadores e integrantes del cuerpo académico, por su apoyo incondicional, el Dr. Carlos R. Cruz Vázquez por su entusiasmo en esta investigación y el Dr. Miguel Ramos Parra su amistad sincera.

Al Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes por haberme brindado la oportunidad de crecimiento.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al esfuerzo que me ha costado llegar hasta este punto de mi vida académica y personal.

Agradezco a mi directora de tesis, la Dra. Irene Victoria Vitela Mendoza y a su maravillosa hija Andrea, por su apoyo incondicional, su amistad sincera y por compartir conmigo su conocimiento sobre el maravilloso mundo de la etología, por abrirme las puertas de su casa, gracias.

A mis abuelos, que me inspiraron con su orgullo.

A mis padres, Herminia y José Luis, por su amor, comprensión y cariño en los momentos más difíciles, gracias.

A mis hermanas, María y Diane, a mi cuñado Miguel y mis sobrinos Emilio y María Paula, por su apoyo incondicional, por soportar mi mal carácter y quejas. Gracias.

A mis compañeros de aventura Liliana Y Adán, por escuchar mis locuras, mis inquietudes y mis problemas, por sus consejos y regaños. Gracias

A mis amigos de la vida David Murillo y Moisés Reyes que, sin sus consejos, regaños y apoyo estos años hubieran sido aburridos.

SÍMBOLOS Y NOMENCLATURA

Aci	Acicalar
Ame	Amenazar
BA	bienestar animal
Beb	Bebiendo
Cabe	Cabecear
Cami	Caminando
Cole	Colear
Comi	Comiendo
Desc	Descansar
Echa	Echada
ITH	Índice de temperatura - humedad
Lam	Lamer
Mc	Movimiento costal
Mon	Montar
OI	Oler
Ore	Orejeear
Para	Parada
Pate	Patear
Rec	Recargarse

Rumi

Rumiando

Seg

Seguir

Tope

Topetear

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue Identificar el comportamiento individual y social de vacas Holstein bajo un sistema de estabulación libre durante el verano. Se realizó el monitoreo en un hato de producción lechera ubicado en el municipio de El Llano en el estado de Aguascalientes, en el verano del año 2021. Se seleccionaron 40 vacas, por el método de conveniencia, de 2 a 4 años de edad, ubicadas en un solo corral, con monitoreo de barrido 5 minutos de escaneo y 10 minutos de descanso para identificar las conductas individuales y sociales y mediante la frecuencia identificamos su porcentaje y frecuencia relativa por hora resultando lo siguiente: las vacas destinaron a cabecear 0.5%, patear y orejear 2%, beber 3%, caminar 4%, echada descansando y movimiento costal 5%, rumiar y colear 13%, comer 14% y parada 37%. Amenazar y rascarse no se presentaron, seguir presentó una frecuencia de 0.2/h., recargarse y montar 0.5/h., topetear y lamer 0.7/h. y acicalar con 1.2/h. Además, se monitoreó temperatura y humedad relativa obteniendo el ITH (índice de humedad – temperatura), determinando que los animales pasaron 86% del tiempo de monitoreo en condiciones de confort. Se concluye que el comportamiento presentado en nuestro estudio, arrojó como resultado que las vacas dedicaron el mayor tiempo a conductas denominadas de mantenimiento, empleando la mayor parte del tiempo a descansar paradas, comer y rumiar. Las conductas sociales registradas en esta investigación arrojan una mayor frecuencia relativa en las conductas afiliativas como lamer y acicalar, mientras que las conductas agonistas que fueron monitoreadas presentaron una frecuencia relativa baja en la conducta seguir, mientras que la conducta amenazar no se presentó. El promedio del ITH en el verano del año 2021 fue de un valor de 70, el cual nos indica que el ganado se encontró en bienestar de acuerdo al rango de confort térmico.

ABSTRACT

The objective of the present research was to identify the individual and social behavior of Holstein cows under a free housing system during summer. Monitoring was carried out in a dairy herd located in the municipality of El Llano in the state of Aguascalientes, in the summer of year 2021 40 cows were selected, by convenience method, from 2 to 4 years of age, located in a single pen, with sweep monitoring 5 minutes of scanning and 10 minutes of rest to identify individual and social behaviors and through frequency we identify their percentage and relative frequency per hour Time resulting in the following: the cows destined to head 0.5%, kick and ear 2%, drink 3%, walk 4%, lie resting and rib movement 5%, ruminate and kick 13%, eat 14% and stop 37%. Threatening and scratching did not occur, continuing presented a frequency of 0.2/h., recharging and riding 0.5/h., bumping and lick 0.7/h. and groom with 1.2/h. In addition, temperature and relative humidity were monitored, obtaining the ITH (humidity index – temperature), determining that the animals spent 86% of the monitoring time in comfort conditions. It is concluded that the behavior presented in our study It showed that cows spent the most time on so-called maintenance behaviors, spending most of their time resting at stands, eating and ruminating. The social behaviors recorded in this research show a higher relative frequency in affiliate behaviors such as licking and grooming, while the agonist behaviors that were monitored had a low relative frequency in the following behavior. while threatening behavior did not occur. The average ITH in the summer of 2021 It was of a value of 70, which indicates that the cattle were in welfare according to the range of thermal comfort.

INDICE GENERAL

	Página
DICTAMEN DE TESIS APROVADA	II
CARTA CESIÓN DE DERECHOS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
SÍMBOLOS Y NOMENCLAURA	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Producción de ganado lechero en sistema estabulado	5
4.1.2 Características del Ganado lechero Holstein	8

4.2	Importancia de la etología en ganado lechero	9
4.2.1	Motivación de conductas	10
4.3	Conductas en ganado lechero	12
4.3.1	Conductas individuales	14
4.3.2	Conductas sociales	15
4.3.2.1	Conductas sociales agresivas	15
4.3.2.2	Conductas sociales no agresivas	16
4.3.3	Conductas gregarias	16
4.3.4	Jerarquización	17
4.4	Zona de confort y conducta termorreguladora	18
4.5	Origen del uso del Etograma	19
4.5.1	Método de barrido	20
4.6	Bienestar animal	20
4.6.1	Pensamiento contemporáneo sobre el bienestar animal	22
4.7	Estrés en el ganado bovino	23
4.8	Frecuencia respiratoria como indicador de estrés calórico	24
4.9	Factores predisponentes	26
4.9.1	Temperatura ambiente	26
4.9.2	Humedad relativa	28
4.1	Uso de sombra en corrales de producción	29
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
5.1	Lugar de estudio	31

5.2	Selección del establo	32
5.3	VARIABLES DE ESTUDIO	34
5.3.1	Monitoreo de conductas mediante la etograma	34
5.3.2	Registro de datos de los factores ambientales: humedad relativa y temperatura ambiental	36
5.3.3	Escaneo de las conductas (Método de barrido)	37
5.4	Análisis de la información	37
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
6.1	Identificación de la frecuencia del comportamiento de mantenimiento en vacas de producción lechera mediante el método de barrido	39
6.2	Determinación del tiempo dedicado a manifestar conductas afiliativas y agresivas en vacas de producción lechera mediante el método de barrido	42
6.3	Determinación del índice de Temperatura / Humedad y su relación en el comportamiento del ganado bovino.	45
VII.	CONCLUSIONES	53
VIII	LITERATURA CITADA	54
IX.	APENDICE	65
9.1	APENDICE A. Ejemplo de etograma	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Rangos del índice temperatura/humedad	29
2	Ingredientes de la ración en kg/vaca/día, suministrados en la dieta	33

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Vista aérea del rancho seleccionado, carretera 43, coordenadas 21.849333, - 102.058452.	31
2	Croquis del corral	32
3	Resultados de la frecuencia en porcentaje del tiempo empleado en conductas individuales.	39
4	Comparación entre la frecuencia/h. de conductas afiliativas y agresivas.	42
5	Resultados de la frecuencia/h. del tiempo empleado en conductas individuales.	43
6	Índice de temperatura/humedad verano del 2021.44	45
7	Relación de la frecuencia respiratoria y el valor de ITH en el verano del 2021.	47
8	Relación del ITH y las conductas de mantenimiento parada, caminar y echada descansando.	48
9	Relación del ITH y de las conductas de mantenimiento comer, beber y rumiar.	49
10	Relación del ITH y de las conductas de mantenimiento orejear, cabecear, colear, patear y movimiento costal.	50
11	Relación del ITH y las conductas sociales en el mes de julio del 2021.	51
12	Rangos de ITH en la temporada de estudio en el municipio de El Llano y en la región de Cataluña.	52

I. INTRODUCCIÓN

La manera en cómo el ganado lechero Holstein se comporta es crucial para su conservación como especie y como grupo, ya que así se protegen de sus depredadores, aprendiendo de sus padres y sus compañeros de grupo. Así de esa manera los miembros del establo poseen la gran ventaja de mantenerse juntos para hacer más eficientes sus conductas [1]. Se define como facilitación social, cuando a un animal empieza a desarrollar una conducta y los otros miembros del conjunto lo empiezan a imitar [2].

Durante los últimos 30 años, ha sido de gran interés el estudio del comportamiento y bienestar animal (BA) dentro del sector ganadero mundial, podemos englobarlo en 3 razones principales: en primer lugar, gracias a la existencia de pruebas científicas que vinculan el comportamiento con problemas de producción y salud animal. En segundo lugar, el auge en las tendencias a cambiar a un sistema de producción sustentable, ecológico, económico y social. En tercer lugar, la existente presión social que exige nuevos modelos éticos de producción [2].

El objetivo principal de cualquier explotación ganadera, es entregar productos ya sea leche o carne con calidad a los consumidores. Sin embargo, aun siendo muy trascendentales el comportamiento y el BA, no forman parte principal del sector pecuario en la mayor parte de los países de Latinoamérica. Dado las circunstancias, es necesaria la existencia de mejoras en el BA y deben alcanzarse dentro de las normas que guían el libre mercado [3].

Como disciplina científica el bienestar animal surge para expresar inquietudes éticas, al trato que se les da a los animales, la preocupación por las explotaciones intensivas modernas de ganado que fueron originados después de la explosión de la segunda guerra mundial. En la década de los 1960, dos publicaciones fueron un preámbulo para lo que hoy conocemos como bienestar animal, *Animals Machines* (1964) de Ruth Harrison [4], e Informe Brambell (1965) [5], en Reino Unido, destacando de este último el nacimiento de las “five freedoms”. Estas “cinco libertades” han sido clave para la creación de códigos para el cuidado, mantenimiento y alojamiento de todo animal con fines de explotación y se definen como ideales de bienestar lógicos dentro de cualquier sistema de explotación [4].

El animal no padece dolor, lesiones ni enfermedades, debido a una previsión, diagnósticos y tratamientos rápidos. El animal no padece estrés físico ni térmico, ya que debe de tener instalaciones adecuadas, entre ellas un refugio para afrontar los cambios de clima y una zona de descanso acorde a las necesidades. El animal no padece sed, hambre ni desnutrición, ya que tiene disponible agua potable y se les abastece una dieta acorde a sus necesidades. El animal puede mostrar una gran parte de sus patrones normales de conducta, ya que se le facilita una zona suficiente y las instalaciones optimas, en donde habita en compañía de otros individuos de su especie. El animal no padece miedo ni angustia o sufrimiento físico o mental, porque se garantizan las condiciones necesarias para evitar el sufrimiento [5].

Las características de comportamiento individual y social que muestra el ganado bovino de raza Holstein en lactancia bajo el sistema de estabulación libre en México, a lo largo del verano, no han sido analizadas, por lo tanto, es necesario generar información con la finalidad de contar con un referente que permita generar otros estudios etológicos [5].

II. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Identificar el comportamiento individual y social de vacas Holstein bajo un sistema de estabulación libre durante el verano.

3.2. Objetivo Específicos

- Identificar la frecuencia del comportamiento de mantenimiento en vacas de producción lechera mediante el método de barrido.
- Determinar el tiempo dedicado a manifestar conductas afiliativas y agresivas en vacas de producción lechera mediante el método de barrido.
- Determinación del índice de Temperatura / Humedad y su relación en el comportamiento social e individual del ganado bovino.

III. HIPOTESIS

Mediante el método de barrido será posible identificar las conductas individuales y sociales de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre en verano, en zona árida de México.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Producción de ganado lechero en sistema estabulado

Se define a los sistemas de producción ganadera lechera, como cualquier sistema que comercialice con ganado cuya producción tenga propósito de crianza, reproducción y la obtención de leche [6].

Los sistemas de estabulación, son sistemas en los cuales el ganado se mantiene dentro de los establos y tiene una dependencia absoluta del hombre para satisfacer sus necesidades esenciales como lo es el alimento, agua y un refugio. Las instalaciones en este tipo de sistema van a depender de su entorno, el manejo que se desee dar y el clima de la región, se pueden ver animales en este tipo de sistemas atados o sueltos. El diseño de instalaciones debe ser mediante una gestión del entorno físico, ya que muchos de los aspectos ambientales llegan a tener un gran impacto en el BA y en su salud, entre dichos factores se encuentra las altas y bajas temperaturas, la calidad del aire, la cantidad de luz, y el ruido ambiental [6].

En el sistema estabulado, el ganado debe recibir suficiente luz, dicha iluminación no debe causar incomodidad al ganado y recibir una iluminación tenue en las noches. El comportamiento adverso provocado por una mala iluminación es en su mayoría un sistema locomotor alterado y morbilidad. El aire y en especial su calidad debe ser excelente y este junto con la ventilación son factores de suma importancia para el BA y la sanidad del ganado, esto ayuda a aminorar el riesgo de enfermedades respiratorias. Elementos como microorganismo, polvo y gases afectan la calidad del aire, y estos están sumamente relacionados con el manejo y las instalaciones, además

de que la conformación del aire es dependiente de la densidad de población animal y el tamaño de estos, además de la calidad del suelo y la cama y el cómo se manejan los residuos. Algunos de los síntomas medibles para determinar la existencia de una mala ventilación sería la tos, jadeos, tasa de crecimiento y frecuencia respiratoria [6].

El ganado bovino se puede adaptar a varios niveles de ruido y de diferentes tipos, pero la exposición a ruidos fuertes y súbitos, aun los del trabajo diario de la granja deben evitarse lo más posible, para así impedir el generar estrés y temor. A la hora de instalar cualquier tipo de alarma, o algún ventilador y mecanismos de suministro de alimentos, deben hacerse lo más lejos y silenciosos posibles. Algunas variables medibles por estrés al ruido serían además del comportamiento locomotor, la variabilidad en la producción de leche [6].

Respecto a suelos, camas y superficies de descanso, es necesario un lugar bien drenado y cómodo para descansar [7]. Es importante prestar atención en las zonas de parto, es necesario para asegurar un BA tanto del ternero recién parido como de la madre [8]. Es necesario limpiarse y cubrir con una cama nueva entre partos, en el caso de ser un corral de uso colectivo, es necesario llevar a cabo el sistema todo dentro, todo fuera para evitar la contaminación. En la parte exterior se debe dar a la vaca un espacio, limpio y cómodo, se debe evitar tener zonas demasiado húmedas, con cantidades excesivas de heces, al igual que contar con una pendiente que ayude a fluir el agua de los comederos, además que se necesita garantizar una limpieza periódica [8].

El material para la cama de los animales en estabulación que permanecen en pisos de concreto debe ser de paja, arena, o algún otro material adecuado para el descanso cómodo del animal, ya sea colchonetas de agua o granulados de caucho y

tapetes de caucho, este material deberá de garantizar su no toxicidad e higiene, al igual que es necesario llevar a cabo el mantenimiento de dichos materiales, proporcionando un lugar cómodo y seco [9]. En necesario que los animales cuenten con espacio para poder descansar, levantarse y tomar posturas normales, poder mover la cabeza con libertad y poder lamerse sin dificultad, si existen espacios previstos para dormir individualmente, debe ser uno por animal [9].

Para garantizar el movimiento fluido del ganado, los pasillos y las portillas deberán diseñarse de forma adecuada. El diseño de los pisos debe tener en cuenta evitar las caídas y los deslizamientos, para así mantener en buen estado las patas y reducir enfermedades en pezuñas, los materiales más comunes de construcción de pasillos sería el hormigón acanalado, la instalación de enrejado metálico no cortante, además de materiales como el caucho y arena [10], ya sea que el sistema de estabulación tenga piso enrejado, es necesario la existencia de un área para su descanso sin reja, y por supuesto el tamaño entre listones debe ser acorde al de los cascos, evitando así que se lastimen [11]. Debido al temperamento animal, si en la explotación hay toros reproductores, se deberá establecer el corral de animal con vista a otros animales, además de disponer del espacio suficiente para su descanso y movimiento. En caso de manejar el apareamiento natural, es necesario contar con un piso que no sea enrejado ni resbaloso.

Dentro de los criterios medibles para conocer el estado del hato por instalaciones, se encuentra: las tasas de cojeras y lesiones como heridas en las rodillas y corvejones, úlceras cutáneas, alteraciones en el comportamiento como en postura y el acicalamiento, comportamiento locomotor, variabilidad de peso e índice de masa corporal, así como cambios en el aspecto físico; como la pérdida de pelaje. Es necesario situar las granjas para ganado lechero en lugares geográficos

adecuados, para productividad del ganado, el BA y salud, donde se minimicen los riegos [12].

4.1.2 Características del Ganado lechero Holstein

Las hembras tienen una estructura y capacidad de manera individual donde su capacidad será dada por el tamaño, teniendo una mancha de color negro o rojo, con un manchado claramente delimitado [13].

El tórax se muestra amplio, ancho y profundo, con un abdomen profundo, largo y amplio, bien sostenido, con un tamaño proporcionado. Con una grupa, plana hasta la cola, larga y amplia, teniendo una relación entre huesos y fuertemente unida entre el dorso y el lomo de la vaca. La cola es nacida entre la línea de nacimiento del sacro, que está acomodado a nivel de los isquiones, larga, fina y terminada en un mechón. Las patas y los pies son finos, con tendones diferenciados, resistentes, aplomados y proporcionados con perfiles netos. Sus extremidades anteriores son rectas, separadas y aplomadas, que se encuentran en armonía con el ancho del pecho. En las extremidades posteriores siendo vistas de un costado, en su forma casi perpendicular, empezando desde el corvejón al menudillo, desde la vista trasera se ven verticales, ampliamente separadas con corvejones limpios, teniendo buena movilidad al caminar. Las pezuñas son proporcionadas, redondeadas, con dedos moderadamente juntos y con talones profundos [13].

El cuello es de forma larga y fina, que se encuentra unido suavemente al pecho y a la espalda, con muchos pliegues, que están perfectamente definidos y una garganta sin emplastamiento, la cruz es de unión perfecta con la espalda destacada y

con proporción al igual que el cuello. El abdomen se presta en forma amplia y profunda, mientras que las costillas formadas por huesos anchos, largos y planos se arquean y separan con suficiencia. Se presenta con base ancha en el pecho el pliegue de la babilla, un pliegue fino, largo, profundo que suele presentarse recto o arqueado ligeramente [13].

Los muslos se describen como rectos, con una separación entre ellos y suavemente planos. Las ancas tienen una vista ligera convexa y recta. La piel se encuentra suelta y de forma flexible con un grosor mediano y una capa de pelo delgado.

En el sistema mamario podemos describir una ubre con una base amplia y moderadamente profunda, con equilibrio, mostrando unos pezones de tamaño medio, la ubre está unida firmemente en la parte baja del vientre, mientras que las ubres posteriores tienen una unión alta y ancha, distribuida en cuartos definidos de manera uniforme y simétrica [13].

4.2 Importancia de la etología en ganado lechero

Existen beneficios que nos ayudan a reconocer normas en el comportamiento, de los cuales podemos encontrar.

Aumentar al máximo el confort, ya que un animal nervioso es imposible que alcance su máximo rendimiento, ya que ante el acontecimiento que provoca el estrés, el animal no aumenta de peso, tiene una menor producción de leche, tiene pérdidas

de celo, además de una merma en sus habilidades maternas, también ocasiona aumento de peleas. Todo esto puede ser provocado por gritos, picanas, presencia de perros y manejo a base de golpes, siendo estas situaciones que se pueden evitar y solucionarse de manera fácil [14].

El encontrar y diagnosticar de manera temprana las enfermedades, conociendo la etología del animal, cualquier comportamiento distinto a su comportamiento normal es causa de enfermedad y deben ser tempranamente atendidas por el personal capacitado. En algunas afecciones nutricionales es posible observar que solo prueba muy poco la comida o tiene un apetito “pervertido” donde se alimenta de tierra, huesos o piedras, etc., que necesitan ser atendidas de manera inmediata al ser detectadas [14].

El facilitar el manejo del animal es una cuestión que es de suma importancia para evitar el estrés, ya que, conociendo el comportamiento típico del bovino, como manejar el arreado a sabiendas que sigue al líder, colocando alambre en la parte superior para frenar que el animal desee brincar, agrupar en tamaños similares para evitar peleas, además de respetar el espacio por animal. El aumento de la producción; el tratar con adecuadas prácticas zootécnicas y sin golpes al animal productor, puede aumentar la producción [14].

4.2.1 Motivación de conductas

Estas pueden depender de un estímulo externo o interno, además de la ausencia de estos puede llevar al animal a desarrollar conductas anormales y estos pueden dirigirlo a un estado de frustración.

El animal no reacciona a cualquier estímulo que se les presenta, solo a una parte de ellos y suele mostrar preferencia por algunos específicos, los cuales se les conoce como estímulos-señal, lo cual nos ayuda a tratar de comprender el camino entre el estímulo y su respuesta.

Se piensa que hay dos tipos de categorías en el comportamiento de los animales, de los cuales una es de mantenimiento que abarca expresiones de comportamiento vitales tal como el dormir, ingestión y aseo, la otra comprende las necesidades específicas fisiológicas como las de reproducción y maternales. Un animal que no tiene alimento expresará una conducta de hambre, la cual escala a una conducta agresiva y puede llegar a un periodo de apatía. Es comprensible este tipo de comportamiento debido a que esta es una necesidad vital, sin embargo, esto también ocurre para otras necesidades no letales como las actividades de forrajeo, sociales, de juego, reproducción, pueden llegar a ser necesarios para que el animal esté saludable.

La respuesta del animal es determinada debido muchas veces por la variación en la concentración de hormonas y metabolitos en sangre u otro tipo de tejido. Dentro de las conductas más comunes son las de emergencias estas sujetas a la actividad nerviosa además de la secreción de algunas hormonas, en el macho agresor la testosterona, existiendo también el caso contrario una conducta pasiva al tener una menor secreción de dicha hormona como ejemplo [15].

4.3 Conductas en ganado lechero

Según [16], las vacas que dedicaron la mayor parte del tiempo a presentar conductas de mantenimiento, como descansar y rumiar, además de algunas conductas sociales no agresivas como el lamido social sugieren un estado de bienestar, a lo que también se le atribuye a la temperatura ambiente predominante en la época y el espacio individual asignado a cada animal.

El ganado bovino es un animal doméstico, el cual tiene un rango menor de sonidos, el animal emite una secuencia de sonidos que son detectados y utilizando la información obtenida se evalúa con precisión. El rango de sonoridad que vocalizan los toros, vacas y terneros son diferentes entre sí, dándonos la capacidad de identificar cada uno de los sonidos independientemente. Tienden a mover las orejas a la par de escuchar un sonido, no obstante, no se sabe con claridad si eso los ayude a localizar el origen. Un ambiente en silencio, ruidos a los que están acostumbrados y hasta la música suave, pueden ser indiferentes o agradarles, no obstante, los silbidos, ruidos, alaridos o gritos les ponen inquietos, en ocasiones muy exaltados, que los harán evitarlos e irse lejos para descansar. Unos de los signos para poder interpretar temor, dolor es el incremento de mugidos que en general son fáciles de detectar para un ganadero con experiencia en las vocalizaciones de sus animales [15].

El ganado bovino puede detectar feromonas de sus semejantes y también distinguir olores. La hierba que consumen es incesantemente olisqueada, mientras que también gustan de revisar los comederos o el ensilado con aire viciado. El olfato y el tacto son muy importantes, ya que esto hace que el animal seleccione su alimento y el sentido del gusto en su caso no condiciona el bocado. Tienen signos que evidencian lo mucho que son sensibles al dolor y tienen una serie de comportamientos con lo que

lo demuestran: el ganado reacciona mostrando tensión en el musculo, mugiendo y lamiendo o rascando la parte donde sienten dolor, a su vez también tienen posturas de retroceso o huida, evitando el lugar o el causante [15].

El ganado bovino tiene áreas corporales de difícil acceso para ellos y también bastantes sensibles que les gustan que les rasquen; una de ellas es la zona que se encuentra detrás de las orejas y debajo del cuello, no obstante, hay que tener cuidado de no tocarles en la frente ya que es peligroso [15].

La mejora entre la relación hombre-animal depende del contacto social que estos tengan, el ganado bovino nota las palmadas y afecto, al igual que el contacto que tiene con otros de su especie. El 66% aproximadamente de los tocamientos con la lengua que mantienen reciproco las vacas son dedicadas al cuello, principalmente en la parte dorsal y ventral [15].

La frecuencia en que son lamidos depende del rango dentro del rebaño, siendo los de rango inferior lamen y son lamidos menos que los animales dominantes, no obstante, todos los animales del rebaño son lamidos en cuello, hombros y cabeza [15].

Dentro del estudio de la etología, el uso de los términos estados y eventos es muy frecuente. Ayuda a dividir el monitoreo de conductas en unidades o segmentos, el estado es aquella conducta cuya aparición es durable y se puede medir con cronometro, mientras que el evento es aquella conducta que aparece de forma instantánea y solo pueden ser contados obteniendo una frecuencia [17,18,19].

4.3.1 Conductas individuales [20]

Conocidas como conductas de mantenimiento o no interactivas, se caracterizan porque los miembros del hato gozan de las ventajas de permanecer juntos al hacer más eficientes sus conductas de mantenimiento como [20].

- Echada descansada (ech): Se observa a la vaca echada.
- Comer (comi): Se observa a la vaca comiendo con la cabeza dentro del comedero.
- Rumear (rumi): se observa a la vaca volviendo a masticar la ya engullido.
- Caminar (cami): se observa a la vaca por el corral caminando.
- Colear (cole): se observará a la vaca que agita la cola continuamente de forma intensa.
- Movimiento costal (mc): se observará a la vaca presentando movimientos repentinos en la piel de la región costal.
- Orejear (ore): se observará que la vaca mueve las orejas de forma intensa.
- Cabecear (cabe): se observará que la vaca sacude la cabeza.
- Patear (pate): se observará que la vaca golpea algunos de los miembros anteriores o posteriores de forma intensa.
- Parada (para): se observa a la vaca de pie.
- Beber: se observa a la vaca con el hocico dentro del bebedero.

4.3.2 Conductas sociales

También conocidas como interactivas son las que expresan agresión, evasión y pacificación entre los animales, se dividen en dos categorías; sociales agresivas y sociales no agresivas.

4.3.2.1 Conductas sociales agresivas

El comportamiento social agresivo, también llamado agonístico, incluye las acciones asociadas al conflicto como peleas y exaltación. Saber cómo controlar las peleas es de suma importancia en el manejo del hato. Estas conductas son más frecuentes en machos debido a la competencia por las hembras.

En el ganado bovino las expresiones de las conductas agonísticas son frecuentes en su comportamiento social, cuando el espacio del corral es reducido, el número de comederos o bebederos es muy pequeño, este tipo de conductas surgen y estos animales compiten por el espacio [14].

- Seguir (seg): Se observará que la vaca se mueve siguiendo a otra vaca y que esto provoque que la otra vaca camine o huya.
- Amenazar (ame): Se observa como una vaca voltea hacia otra con la cabeza baja y embiste sin llegar a tener contacto.
- Topetear (tope): Se observa a dos vacas teniendo contacto con la cabeza.

4.3.2.2 Conductas sociales no agresivas

- Lamer (lam): Se observa a una vaca lamer la cabeza de otra.
- Oler (ol): Se observa a una vaca acercar su nariz a otra vaca.
- Recargar (reca): Se observa a una vaca poner su cabeza sobre alguna otra vaca.
- Montar (mon): Se observa a una vaca montar la grupa de otra.
- Acicalar (aci): se observará que la vaca que lengüetea alguna parte de su cuerpo de forma intensa y continúa.
- Rascarse (ras): vaca que estrega la cabeza en el cuerpo o la cabeza de otra vaca.

4.3.3 Conductas gregarias

El comportamiento gregario es definido como el comportamiento de los animales que desarrollan para vivir en comunidad con otros de distinta especie, sin llegar a formar una sociedad, donde marcan señales olfativas y visuales y hasta desarrollar tropismos, sin llegar a existir interacción [21]. En su mayoría los animales domésticos son especies de animales gregarios. Existen estudios realizados en bovinos en los cuales al ser separados para alimentarlos se registró que disminuye el consumo del alimento, aunque el alimento esté disponible ad libitum [22]. También se encontró en becerros en alojamientos de grupos de diez, que son alimentados con sustituto de leche, un aumento de su consumo de alimento, al encontrarse en compañía de otros animales para ser vistos y escuchados en el momento de comer [23].

Una conducta gregaria encontrada en el ganado vacuno, la cual es encontrada en algunas razas, es el seguimiento de un individuo por algunos, o bien todos, de los otros miembros del grupo al dirigirse al bebedero. Los bovinos, son animales gregarios con una gran predisposición a mimetizarse, son estrictamente herbívoros, viven dentro de una jerarquía (dominantes - líderes – subordinados). También son animales que aprenden por imitación y experiencia [24].

4.3.4 Jerarquización

Unos de los comportamientos sociales que realiza la mayoría de los animales es la jerarquización. En la jerarquización es necesaria la participación de más de un animal sin importar su estructura o agrupación y con ellos se identifican cambio en el comportamiento de un individuo desatado por otro individuo del grupo, la existencia de coordinación y la existencia de una dominación de un individuo sobre otros miembros del grupo.

Un rasgo característico de las jerarquías de dominancia en las distintas sociedades de animales, es la existencia de una impresión de estar muy bien organizadas, siendo los animales capaces de dominar a otros situados bajo su status, pero no a los animales por encima del él. Se suele utilizar letras del alfabeto griego para la clasificación de los animales en los distintos rangos dentro de la jerarquía, siendo el alfa el dominante principal, seguido de la letra beta hasta el último en rango nombrado como omega. [21].

Existen tipos de jerarquía dentro de los hatos lecheros como la jerarquía lineal, donde un animal al cual denominaremos Alfa domina a Beta y Beta domina a todos excepto a Alfa, mientras que el animal omega no domina a animal alguno. Otro tipo de jerarquía la cual es la más común es la jerarquía bidireccional, donde se presentan una o más interacciones triangulares, aquí el animal Alfa es desplazado por otros animales, así Alfa es dominado por Beta que domina a Gamma que a su vez domina a Alfa, que entre los tres dominan al resto de los miembros del grupo. Y por último tenemos una jerarquía compleja, en la cual existen sin orden preestablecido un variado número de jerarquías [14].

4.4 Zona de Confort y Conducta termorreguladora

La zona de confort se presenta dentro de un rango de temperatura en donde el animal no activa sus mecanismos de autorregulación térmica. Si la temperatura cambia arriba de la temperatura de confort del animal éste experimenta un aumento de su respiración y evaporación. Es decir, si la temperatura está a más de 27 °C en los bovinos que son de clima templado y 35 °C para los que son de clima tropical, da como resultado una falla de termorregulación dando como consecuencia los siguientes síntomas, incrementando la temperatura rectal del animal, bajo consumo de alimento, comienza a bajar la producción de leche y se nota un cambio en la composición, mientras que, en el ganado de carne, es posible una pérdida de peso que retrasa el tiempo esperado de engorda [25].

El primer síntoma que se produce en el bovino que se encuentra expuesto a temperaturas altas es un incremento del ritmo respiratorio, al que le sigue un aumento de la temperatura corporal. Esto con lleva a incrementar la ventilación y ayuda a la

evaporación de las superficies húmedas del animal como vías nasales, lengua y boca, dando como resultado un enfriamiento. Ya en casos extremos el bovino deja de comer para reducir su producción de calor corporal. Esta conducta de no consumir alimento los lleva a hacer un cambio en sus conductas de pastoreo y los lleva a consumir más alimento en las noches cambiando así sus hábitos alimenticios [25].

4.5 Origen del uso del Etograma

La mención más antigua de una Etograma (apéndice A) viene entre el año 1723 y 1789, donde Leroy escribió una carta a una cortesana en la cual le expresa su deseo, después de llevar a cabo un estudio completo de los animales, de realizar una biografía completa de cada animal, su carácter individual, apetitos naturales y su modo de vida. En palabras de [26], Leroy está describiendo un Etograma, así que se puede tomar como partida los estudios de Leroy como el inicio de lo que hoy llamamos Etograma.

Según [27] describe al Etograma como un catálogo, el cual contiene todas las variables del comportamiento animal. Así [28] llega a definirlo como “Un repertorio conductual, como un conjunto de actos, mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivo, referido a un animal o especie”. Haciendo alusión a su semejanza con instrucciones de una computadora.

Fueron [29] los que desarrollan un Etograma, utilizando aun el termino inventario, realizado de forma sumaria, en este “inventario” midieron las peticiones de cada uno de los comportamientos o pautas, dividiendo en categorías, ellos estaban interesados en las conductas agonistas.

4.5.1 Método de barrido

Desde los estudios etológicos han sido los métodos observacionales y experimentales una constante. Actualmente la experimentación del comportamiento puede realizarse en laboratorio como en condiciones naturales.

Existen varios métodos de muestreo para la cuantificación de las pautas conductuales, debemos elegir los adecuados dependiendo del fin, estos son el muestreo focal, *ad libitum*, barrido.

En el muestreo de barrido, se realiza mediante una exploración de manera rápida, un escaneo del grupo a muestrear. Se debe anotar el comportamiento del individuo al momento justo de realizar el barrido. En el muestreo de barrido se debe elegir el tamaño de los intervalos y el tiempo de barrido. Para el muestreo de barrido solo se puede utilizar los muestreos discretos los cuales son aquellos que se registran al momento de realizar la observación [20].

4.6 Bienestar animal

Para poder definir el comienzo de la ciencia del BA, se cree que fue a través de un libro que en aquella época fue un escándalo entre la sociedad, en el cual se denunció e hizo tomar conciencia de la forma de explotar del ganado que consumimos los humanos. La escritora responsable fue [4], publicado en Inglaterra, su libro llamado "Máquinas animales" [4] produjo una revuelta en esos años. Gracias a ello, la autoridad

se dio a la tarea de crear un comité del cual nació el primer escrito oficial acerca de las condiciones del trato animal en la producción pecuaria [5]. Gracias a ello, catorce años después, como conclusión de la comisión se establecieron en 1979 las ahora famosas “five freedoms”, definidas en español como las “cinco necesidades” no obstante la mayoría opta por una traducción literal: “cinco libertades” de los animales.

El término BA se destina a la forma en que un animal enfrenta las condiciones de su ambiente. Un animal se encuentra en óptimas condiciones de bienestar si, después de revisiones médicas, está saludable, confortable, con alimento suficiente, puede manifestar formas naturales de comportamiento y si no tiene percepciones incómodas como dolor, miedo o intranquilidad [30].

Las óptimas condiciones de comodidad de los animales requieren que se eviten enfermedades y se les apliquen procedimientos veterinarios apropiados; que se les atienda, se les dé un manejo y se les provea alimento acorde a sus necesidades, y que sean manipulados y sacrificados de forma compasiva. La concepción de bienestar animal apunta al estado del animal en sí. La manera de manipular a un animal, es llamado de diferentes maneras como; trato compasivo, cría de animales, cuidado de los animales [30].

El BA, actualmente, es de relevancia no solo en Europa, llegando a ser importante en la producción de leche y carne en todo el mundo. El BA nos lleva a encontrar la perspectiva animal, debido a eso productores comprendieron que beneficiar al animal, también beneficia a la producción, sin importar la especie, cualquier animal usado para explotación es dependiente del productor y que este le de bienestar. Por ese motivo, el cuidador es parte de su entorno y de sus relaciones sociales. Como parte de la interacción que se considera provechosa con el ganado se

encuentran la alimentación, el arreo apacible hacia la sala de ordeña, el tocar y hablar de manera serena y con tranquilidad; durante la separación social, los procedimientos veterinarios invasivos que puedan o no ocasionar angustia o dolor, los gritos y también los golpes vulneran la posibilidad de crear una interacción positiva y también atentan en contra del BA. El miedo que es generado por intercambio de conductas negativas hace que el animal tenga episodios de estrés al estar cerca de los humanos e inestabilidad fisiológica, que finaliza a la reducción de la producción, en conjunto con una baja de inmunidad que influye a que el animal pueda contraer enfermedades. Unos de los problemas más frecuentes son el recuento de las células somáticas y su consecuente mastitis, dándose debido a una perjudicial interacción entre el animal y su cuidador [31].

Debido a la importancia que a escala global está teniendo el BA, se necesita un estudio a nivel local. Esto llevaría indagar y ratificar las variables, y encontrar de forma práctica económica y fiable, una forma de calificar el BA [32].

4.6.1 Pensamiento contemporáneo sobre el bienestar animal

Se ha identificado que las cinco libertades aun siendo muy significativas en el campo de influencia del bienestar animal, no abarcan en sí mismas detalles en la expresión genética, la amplitud y el profundo del conocimiento de cómo procesan de forma biológica los animales y los cuales para el entendimiento del bienestar animal.

Es evidente desde el ángulo biológico que los animales se encuentren completamente libres de malestares y experiencias, aun en pequeños lapsos de tiempo, así es poco probable que el animal siempre esté libre de sed, hambre, malestar

o sentir dolor, sentir miedo, angustia, desnutrición, así como una enfermedad o dolor. [33] siendo el sentido común y la experiencia del ser humano la prueba que refuerza esta conclusión. Sin embargo, estas cinco libertades dirigieron la atención hacia la importancia de poder llegar a comprender las necesidades de los animales y así poder identificar y reducir los estados de malestar en los animales [33].

El modelo de los cinco dominios fue desarrollado [34]. Estos cinco dominios abarcan cuatro físicos y uno mental, así los dominios físicos nos ayudan a evaluar el impacto en el quinto dominio y es entonces que a partir del uso del modelo de los 5 dominios se podrá evidenciar los problemas que existen de bienestar animal, en animales que se encuentran en estado de cautiverio o en explotaciones.

4.7 Estrés en el ganado bovino

Dentro de los factores que modifican la producción en la llamada ganadería lechera, se pueden encontrar: la incidencia de enfermedades, la baja calidad del alimento y a veces la poca disponibilidad, además de los costos de los insumos, también la tecnología que no se encuentra a disposición de todos los productores por el alto costo, el manejo zootécnico y por supuesto el clima. De acuerdo a [35], el clima es uno de los factores más importantes en la limitación del desarrollo de la producción animal, sobre todo en las regiones cálidas.

El estrés es definido como la respuesta a estímulos perjudiciales y que son en cierta manera impredecibles, actuando sobre los sistemas nerviosos, circulatorio, endocrino y digestivo del animal que lo lleva a mantener o recuperar la homeostasis [36]. Por consiguiente, cuando el sistema nervioso central detecta un factor de estrés, éste responde activando una combinación de cuatro mecanismos que son una defensa

biológica: neuroendocrino, comportamiento, sistema inmune y sistema nervioso autónomo [37]. Si se encuentran activos dos de estos mecanismos, la homeostasis se mantiene: el mecanismo neuroendocrino y de comportamiento; sin embargo, cuando los cuatro mecanismos son activados, entra en un estado de alteración de las funciones biológicas y entonces la vida del animal corre peligro [38].

Un indicador fiable del bienestar animal es la presencia o la ausencia de estrés, las distintas especies animales a lo largo de su evolución han llegado a desarrollar mecanismos fisiológicos y de comportamiento para enfrentar el estrés, así que éste se produce cuando se encuentra una amenaza significativa que pone en peligro el bienestar y la salud del animal. Algunas respuestas al estrés en los animales no son sencillas, ni llegan a ser constantes, estas dependen de cuánto dura y con qué intensidad se manifiesta el estímulo, y también de las experiencias previas de los animales [36].

4.8 Frecuencia respiratoria como indicador de estrés calórico

La respiración es un mecanismo fisiológico de tipo evaporativo, utilizado por el ganado para poder disipar el calor, esto se realiza mediante la respiración. Este proceso en el cual se absorbe oxígeno y se libera dióxido de carbono, llamado respiración, es un proceso vital. Este proceso está conformado por dos fases; inspiración y expiración. Cuando un animal está expuesto a temperaturas altas o agitación, se producen alteraciones, como respiraciones rápidas y de manera superficial, como respiraciones lentas y profundidad [39].

El tracto respiratorio también funciona a manera de termorregulador, así que cuando la temperatura ambiental es superior a la del animal, este realiza una pérdida

de calor al evaporar agua a través de las vías respiratorias [39]. En consecuencia, se ve alterada la conducta del animal, provocando un incremento tanto de la frecuencia como del volumen respiratorio, para así poder maximizar el aire en un movimiento a través del tracto respiratorio.

Por lo anterior expuesto, la frecuencia respiratoria se ha determinado como un indicador de estrés calórico en ganado bovino, midiéndose en ciclos completos de inhalación y exhalación, se contabiliza a través de conteos en tiempos respiratorios por expansión torácico abdominal [40]. El animal llega a presentar una frecuencia cardiaca en condiciones termoneutrales entre 20 y 60 respiraciones por minuto (rpm), no obstante, cuando existen enfermedades presentes, alteraciones en el ambiente y/o además actividad física, esto conlleva a un aumento importante. Así que la frecuencia respiratoria se utiliza como un mecanismo principal en periodos de cargas de calor [41].

Entonces en este sentido, el incremento de la frecuencia respiratoria es un mecanismo que funciona como termorregulador muy importante en los animales, y así poder aumentar la pérdida de calor mediante las vías respiratorias, colocándose como una de las vías más importantes para poder mantener el balance térmico cuando el animal necesite disipar la carga de calor conseguida en las horas con mayor temperatura [42]. No obstante, en condiciones donde se encuentran temperaturas extremas, este mecanismo de termorregulación resulta ineficiente para poder refrescar al animal, lo que puede resultar en que el esfuerzo hecho por el animal al jadear llegue a ocasionar un incremento de la producción de calor por el mismo animal, y las respiraciones se convierten en más lentas y profundas [43].

4.9 Factores predisponentes

En México, las regiones cálidas como las del noroeste, tiene una mezcla de temperatura y humedad en el verano, que llegan de manera fácil a exceder los requerimientos térmicos del ganado bovino raza Holstein [44]. Cuando una vaca llega a salir de su zona termoneutral, esta regula sus funciones mediante la activación de mecanismos endocrinos y metabólicos regulados por sus genes y con ello poder llevar a cabo sus funciones celulares de forma eficiente, las cuales son afectadas por el estrés calórico [45] y es así como se ve comprometida la productividad del ganado, ya que estos ajustes fisiológicos conllevan un gasto de energía que va asociado a un ritmo respiratorio que incrementa [46].

4.9.1 Temperatura ambiente

La producción del bovino en la explotación ganadera se ve afectado por el clima de su entorno productivo, los cuales afectan su balance térmico, tales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del tiempo [47]. Según [48] la temperatura idónea en ganado lechero oscila entre los 13 y los 20 °C, si se encuentran a temperaturas bajo los 13 °C, el animal llega al llamado estrés de frío. Sobre los 25 °C, el animal comienza a disipar el calor corporal ya que se encuentra en estrés por calor [49]. Este estrés es traducido a un bajo consumo del alimento y un reparto de nutrientes ingeridos entre las funciones productivas que llega a influir de manera directa o indirecta en el bienestar del animal [50].

La zona de confort del ganado es definida por un rango de temperatura en la cual el animal, no necesita estimular los mecanismos de autorregulación térmica. Si se

llega a una temperatura del aire mayor a los 16 °C en los *Bos taurus* y a más de 26 °C en *Bos indicus*, desencadena los mecanismos de termorregulación, lo que lleva a un aumento de respiraciones por minuto y vaporización, [51].

[52] utilizaron la fórmula de índice temperatura-humedad, desarrollado por Earl C. Thom 1959 [53], se calculó con la Valtorta y Gallardo (1996) [54].

$$ITH_{max} = (1.8xT + 32) - (0.55 - 0.55 * HR/100)(1.8xT - 26)$$

Dónde: T es la temperatura en grados centígrados, HR es la humedad del aire en porcentaje.

El objetivo de ese trabajo fue valorar el índice de confort térmico (ITH) en la Mesa de Guanipa, localizada en el estado Anzoátegui en los llanos orientales de Venezuela, y llegar a una comprensión del problema que el estrés calórico causa, obtuvieron resultados con valores por encima del límite crítico de producción de leche, determinando la necesidad de tomar medidas en el sistema y manejo del bovino.

El resultado de esta fórmula funciona como un indicador aproximado de los efectos de la temperatura y la humedad en el confort del ganado. [55] nos mencionan un rango de ITH en el cual <71 es confort térmico, en un rango de 72 a 79 tenemos un estrés leve por calor, un rango entre 80 y 90 tenemos un estrés por calor moderado y > de 90 se ubica el estrés por calor extremo.

4.9.2 Humedad relativa

La humedad relativa es un factor considerado como potencial de estrés en ganado bovino, ya que el valor de ésta es un factor que potencializa las condiciones adversas en combinación con las altas temperaturas [56]. El efecto de la humedad relativa es asociado a una disminución de la efectividad con la que el animal disipa el calor mediante la sudoración y respiración [57]. Lo que va a depender del gradiente de presión de vapor que entre el animal y el medio existen es la tasa de evaporación, además de la resistencia al movimiento, el cual va contra la gradiente.

Se reportó que cuando se encontraban temperaturas mayores a los 30 °C, la humedad relativa tiene un papel importante en los procesos de evaporación, la alta humedad relativa lleva a disminuir el potencial de disipación de calor así en la piel como en el aparato respiratorio [56], la disipación de calor por vías evaporativas, es importante para el animal y así continuar con la condición homeo térmica. Fue desarrollado un índice que toma el valor de los factores temperatura ambiental y humedad relativa, este fue extendido al ganado en 1964 por [58] (cuadro 1). El índice de temperatura-humedad, se ha llegado a utilizar de forma estándar dentro de las prácticas de manejo del ganado durante más de 50 años.

Cuadro 1. Rangos del índice de temperatura- humedad [58].

Rango	Zona térmica
<71	confort térmico
entre 72 y 79	estrés leve por calor
entre 80 y 90	estrés moderado por calor
mayor de 90	estrés extremo por calor

[59] utilizaron el termohigrómetro digital en la valoración del confort térmico del ganado productor de carne, determinando el confort térmico en las estaciones de otoño invierno.

4.10 Uso de sombra en corrales de producción

El tener instalaciones que sean adecuadas para el ganado bovino, en sistemas de explotación intensiva estabulada, son de suma importancia en la industria ganadera, dentro de este tipo de explotaciones el bienestar animal se ve afectado y los estos se ven expuestos a diferentes tipos de manejo y climas. Y esto se intensifica cuando estas instalaciones se encuentran ubicadas en zonas con climas cálidos y con ello los animales se encuentran expuesto a altas temperaturas, radiación solar y humedad relativa, llegando a afectar de manera importante el organismo del animal y modifica su conducta, requerimientos nutricionales y el crecimiento [60].

El uso de sombras ha sido una de las principales estrategias en las explotaciones pecuarias para reducir los efectos de las altas temperaturas y la radiación solar en los animales, es considerada una estrategia básica en las explotaciones ubicadas en climas cálidos, siendo entonces una estrategia eficiente más utilizada en los corrales, además de proporcionar un remedio inmediato a los efectos de la radiación solar. [61]. La radiación solar que reciben los animales se puede disminuir de 30 a 50% con el uso eficiente de sombra, lo que logra disminuir la carga calórica. El uso de sombras es un manejo contra el estrés calórico económico, ya que es material no requiere de gran inversión, además de que se pueden utilizar materiales que no son complejos además del uso de plantas de la región. También si se dispone de un mayor capital se pueden añadir otro tipo de instalaciones además de la sombra, como aspersores y la ventilación forzada [62].

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Lugar de estudio

El hato seleccionado para la realización de este estudio se encuentra ubicado en la carretera número 43, con las coordenadas 21.849333, -102.058452 (figura 1) en el municipio de El Llano, en el estado de Aguascalientes.



Figura 1 Vista aérea del rancho seleccionado, carretera 43, coordenadas 21.849333, -102.058452.

5.2 Selección de establo

Se seleccionó un establo por el método epidemiológico no probabilístico de conveniencia, caracterizado como un método de selección de muestras dirigidas [63]. El establo tendrá las siguientes características: animales de la raza Holstein, con ordeño dos veces al día a las 4:00 h y a las 16:00 h. Sistema de estabulación libre, corrales abiertos de 60 x 30 metros (figura 2). con piso de tierra y un área de sombra; se aplica un programa anual de medicina preventiva; con animales clínicamente sanos.

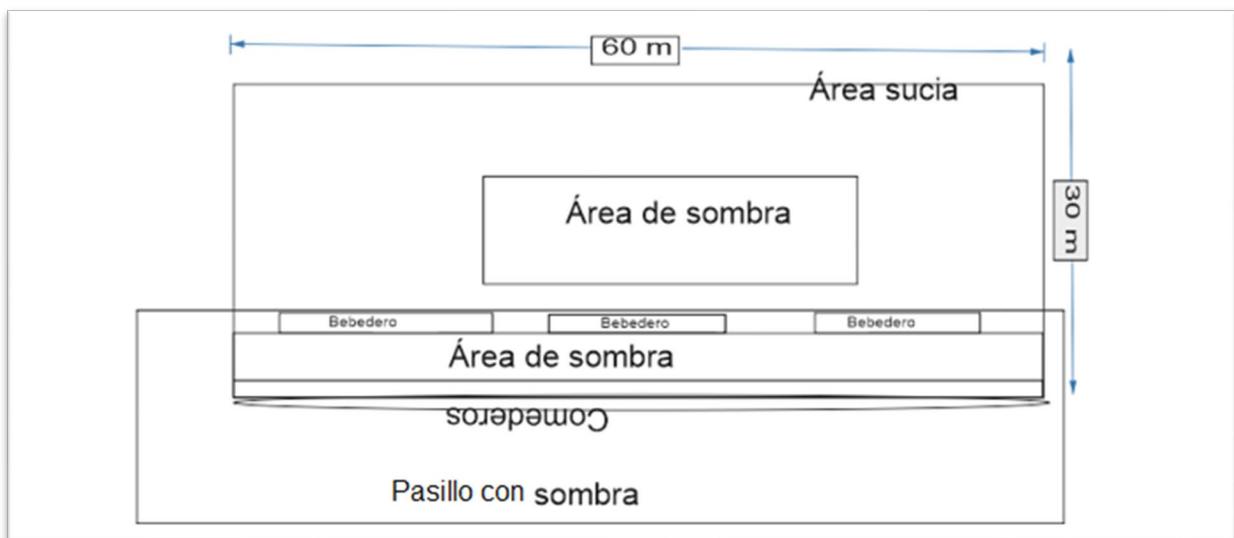


Figura 2: Croquis del corral.

La alimentación dada es de tipo integral (isoproteíca e isocalórica), se ofreció 4 veces al día (5,10, 16, 21 horas), elaborada para ganado con un promedio de 550 kg de pesos vivo, con una producción promedio de 35 k de leche por día con un 3.5 % de grasa. Los ingredientes de la ración en base húmeda. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ingredientes de la ración en Kg/vaca/día, suministrados durante la investigación.

Ingredientes	k/ vaca/ día
Alfalfa henificada 10% floración	9.00
Ensilado de maíz	14.5
Concentrado	10.28
Total	33.78
Ingredientes para una tonelada de concentrado (bh)	
Ingredientes	Porcentaje
Maíz rolado	24.30
Maíz molido	21.40
Sorgo molido	14.16
Pasta de soya (44% de proteína)	24.30
Salvado de trigo	9.70
Melaza	2.00
Bicarbonato de sodio	1.50
Óxido de magnesio	0.50
Minerales (6% ca.18% p+ m.t**)	1.50
Vitaminas (a, d y e)	.20

*Los datos son en base seca (BS)

**M.T.: Minerales traza

El estudio se realizó en una unidad de producción lechera localizada en la comunidad de la Frontera, en el municipio de El Llano (Figura 1). El municipio se sitúa al oeste del estado de Aguascalientes, tiene una altura de 2200 msnm el cual se divide en aproximadamente 125 comunidades. Tiene una precipitación media anual entre 500 y 600 mm.

5.3 Variables de estudio

Se observaron las conductas de 40 vacas, en etapa de lactación y alojadas en un solo corral. El número de animales elegido se realizó mediante el método de conveniencia [63]. La investigación se realizó en estación de verano del año 2021. Se utilizaron vacas en producción entre dos a cuatro años de edad, con un espacio de 45 m²/ vaca.

5.3.1 Monitoreo de conductas mediante etograma

La primera área es donde se encuentran los comederos, estos están dispuestos de manera lineal y se encuentran techados, la segunda área son los bebederos, estos son tres y se encuentran techados completamente, la tercera área es la de sombra dada por un cobertizo de 4 m de alto, 5 m de ancho y 30 m de largo y la última es el área que denominamos área sucia la cual se encuentra sin sombra. El corral tiene una pendiente del 3% para ayudar el drenaje de agua en época de lluvia.

El periodo de observación del establo se efectuó en un horario de 13:00 a 15:00 horas, en el cual se utilizó el método de barrido, durante un intervalo de 5 minutos de escaneo de conductas y con un periodo de descanso de 10 minutos, se observaron cada una de las áreas utilizando el método propuesto por [20] se utilizó un Etograma que previamente se validó durante 10 horas en la misma explotación, en él se anotaron las conductas individuales y sociales que se registraron mediante la pauta de eventos.

Se realizó el monitoreo de las conductas utilizando la pauta evento, la cual se caracteriza por llevar un registro de la frecuencia de las conductas, sin medir la duración de estas (estados). El registro fue realizado siempre por mismo observador, en silencio, con un movimiento mínimo y tranquilo, a una distancia que no alterase las conductas manifestadas por los animales.

Las conductas monitoreadas fueron las siguientes:

Conductas Individuales

- Echada descansada (ech): Se observa a la vaca echada.
- Comer (comi): Se observa a la vaca comiendo con la cabeza dentro del comedero.
- Rumear (rumi): se observa a la vaca volviendo a masticar la ya engullido.
- Caminar (cami): se observa a la vaca por el corral caminando.
- Colear (cole): se observará a la vaca que agita la cola continuamente de forma intensa.
- Movimiento costal (mc): se observará a la vaca presentando movimientos repentinos en la piel de la región costal.
- Orejear (ore): se observará que la vaca mueve las orejas de forma intensa.
- Cabecear (cabe): se observará que la vaca sacude la cabeza.
- Patear (pate): se observará que la vaca golpea algunos de los miembros anteriores o posteriores de forma intensa.
- Parada (para): se observa a la vaca de pie.
- Beber: se observa a la vaca con el hocico dentro del bebedero.

Conductas sociales (agonísticas y no agonísticas).

- Seguir (seg): Se observará que la vaca se mueve siguiendo a otra vaca y que esto provoque que la otra vaca camine o huya.
- Amenazar (ame): Se observa como una vaca voltea hacia otra con la cabeza baja y embiste sin llegar a tener contacto.
- Topetear (tope): Se observa a dos vacas teniendo contacto con la cabeza.
- Lamer (lam): Se observa a una vaca lamer la cabeza de otra.
- Oler (ol): Se observa a una vaca acercar su nariz a otra vaca.
- Recargar (reca): Se observa a una vaca poner su cabeza sobre alguna otra vaca.
- Montar (mon): Se observa a una vaca montar la grupa de otra.
- Acicalar (aci): se observará que la vaca que lengüetea alguna parte de su cuerpo de forma intensa y continúa.
- Rascarse (ras): vaca que estrega la cabeza en el cuerpo o la cabeza de otra vaca.

5.3.2 Registro de datos de los factores ambientales: humedad relativa y temperatura ambiental

Se llevaron a cabo los registros de los factores ambientales como humedad relativa y temperatura ambiental mediante el uso de TermoHigrómetro Marca Uni-T® modelo UT333BT. Llevando a cabo dos registros por segundo en un lapso de 15 minutos, al arribar al lugar, y otro registro de datos por el mismo lapso después de realizar el monitoreo de conductas, así en cada visita durante la estación verano del 2021.

5.3.3 Escaneo de las conductas (Método de barrido)

Se utilizó el método de barrido donde se estableció el tiempo de 5 minutos de escaneo y 10 minutos de descanso, durante un lapso de 2 horas por visita, realizando una anotación instantánea de la conducta en una etograma.

5.4 Análisis de la información

Se efectuaron los cálculos de las frecuencias de conductas sociales y de mantenimiento mediante las siguientes formulas.

Se obtuvo la información de la proporción de tiempo (PT) de las conductas echarse, pararse, caminar y rumiarse, y la frecuencia relativa (FR) de las conductas colear, movimiento costal, orejear, cabecear, patear y acicalar, en cada fase en estudio [20]

El resultado de la proporción de tiempo para cada conducta se obtuvo en porcentaje.

$$PT = \frac{\textit{numero de barridos para cada conducta}}{\textit{total de barridos}}$$

La frecuencia relativa (FR) de las conductas se obtuvo en frecuencia por hora.

$$FR = \frac{\textit{numero de eventos de conducta}}{\textit{total de horas observadas}}$$

Para el cálculo del índice de Humedad-Temperatura usaremos la fórmula siguiente [54]:

$$ITH_{max} = (1.8 \times T + 32) - (0.55 - 0.55 * HR/100)(1.8 \times T - 26)$$

Dónde: T es la temperatura en grados centígrados, HR es la humedad del aire en porcentaje.

La frecuencia respiratoria se obtuvo mediante la observación de los movimientos del tórax, utilizando el cronómetro para medir de manera precisa el tiempo [64].

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Identificación de la frecuencia del comportamiento de mantenimiento en vacas de producción lechera mediante el método de barrido

Se encontró que la conducta individual con menos porcentaje de tiempo empleado fue cabecear con el 0.5%, seguida por patear y orejear con un 2%, beber con un 3%, caminar con un 4%, echada descansando y movimiento costal con un 5%, rumiarse y colear con 13%, comer con un 14% y parada con un 37%. [65] llegó a la conclusión que la condición del corral puede llegar a modificar el tiempo destinado a comer y descansar del ganado, así como el tiempo destinado a estar de pie. Los resultados de esta investigación se muestran en la figura 3.

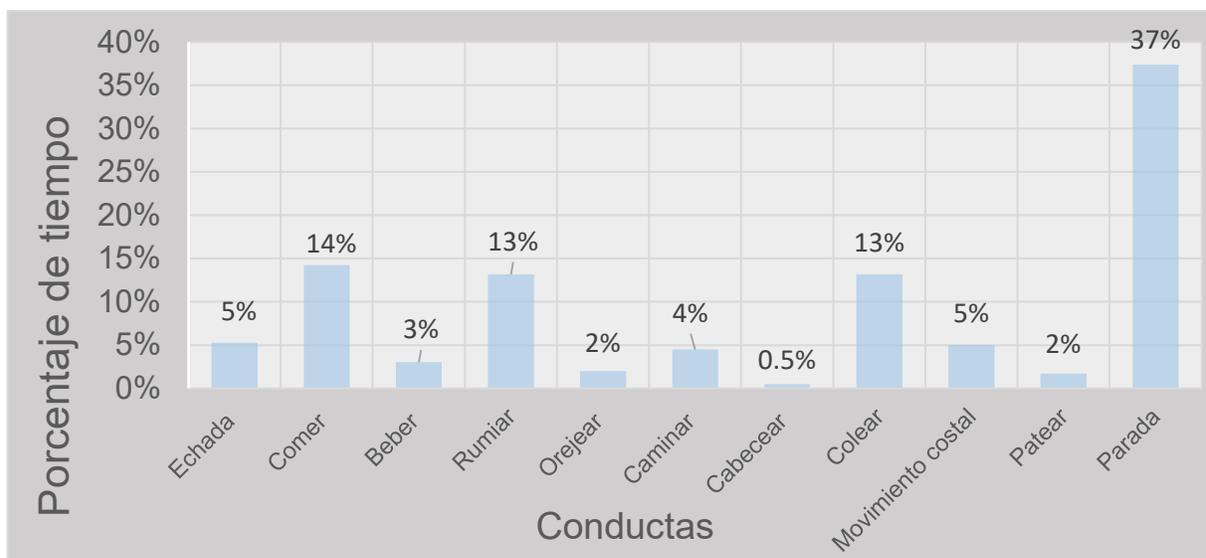


Figura 3. Resultados de la frecuencia en porcentaje del tiempo empleado en conductas individuales.

Se observa que la conducta cabecear fue la menos frecuente, con un 0.5% y la conducta parada se presentó un 37% siendo ésta la más frecuente, en comparación con lo reportado por [16], donde la conducta cabeceo no se presentó y debido a que las condiciones ambientales fueron distintas ya que éste trabajo fue realizado en invierno en donde la temperatura promedio fue de 17.3 °C. y una humedad relativa de 41.6%.

Otro dato que contrastamos fue la conducta de mantenimiento parada, cuya frecuencia en el estudio en invierno presentado en el 2005 por [16] fue de 4%, en contraste con el presente estudio en verano con una frecuencia del 37%, la posible explicación a esta manifestación de conductas puede ser debido a la diferencia de temperaturas, siendo que en el estudio de [16] la temperatura del invierno fue de 17.3 °C y la humedad promedio fue de 41.6%, mientras que en el presente el promedio de temperatura se incrementó a 23 °C y una humedad relativa mayor en promedio del 61%.

No se encontraron estudios recientes realizados con las mismas características que el nuestro, sin embargo existen algunos reportes como el de [66] donde realizaron un estudio llamado “Efecto de diferentes sistemas enriquecidos sobre el comportamiento de bovinos doble propósito en producción lechera en la amazonia colombiana” con ganado cruce entre *Bos primigenius taurus* x *Bos primigenius indicus* donde monitorearon algunas conductas individuales y agonísticas realizando una correlación entre la alimentación enriquecida y no enriquecida, el clima y las variables conductuales, encontrando variaciones en la conducta de ingestión de alimento y rumia, donde la frecuencia de estas conductas fue mayor en los sistemas de pastoreo enriquecido con sombra natural, que en los no enriquecidos (con sombra natural escasa).

Otro artículo es el de (67), llamado “Etología de vaquillas doble propósito en un sistema silvopastoril durante el período seco en una sabana tropical”. Donde cuantifican el tiempo que vaquillas de doble propósito (no especifican raza) emplean a las actividades de pastoreo, ramoneo, hojarasqueo, rumia, descanso, ingesta de agua, defecación y micción, en un sistema silvopastoril durante el periodo seco, con los diferentes tratamientos; SP: Pastoreo en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), ARB: Pastoreo en pasto estrella con acceso restringido al bosque y LAB: Pastoreo en pasto estrella con libre acceso al bosque. Como resultados encontraron que en uno de los tratamientos donde los animales se encontraban en pastoreo en pasto estrella con libre acceso al bosque modificó el comportamiento de los animales, ya que las conductas ramoneo y el consumo de las hojas que se encontraban en el suelo, fueron importantes en la definición de la dieta, así incrementando el tiempo empleado en el consumo de materia seca.

El estudio [68] determinó el tiempo que las vacas lecheras de la raza Holstein dedican al consumo de pasto, rumia y descanso, donde encontró que estas dedicaron durante el bimestre de julio -agosto un 50.87 % al consumo de pasto, seguido en el bimestre marzo – abril un 29.30 % a la conducta de descanso y en el bimestre mayo – junio un 28.40 % a la conducta de rumia, mientras que en la presente investigación la rumia fue 13 % la diferencia se sugiere puede ser por el sistema diferente de producción, ya que la alimentación en vacas estabuladas está influenciada por el horario de servido del alimento.

6.2 Determinación del tiempo dedicado a manifestar conductas afiliativas y agresivas en vacas de producción lechera mediante el método de barrido

Se comparó la frecuencia de las conductas agresivas con las afiliativas, teniendo como resultado que las conductas agresivas presentaron una frecuencia de 0.9/h., mientras que las conductas afiliativas presentaron una frecuencia de 2.9/h (Figura 4). Presentaron en mayor frecuencia las conductas que promueven y mantienen vínculos entre los individuos del grupo que son las conductas afiliativas, debido a que se encontraron en ambiente de confort mostrando bienestar entre ellas.

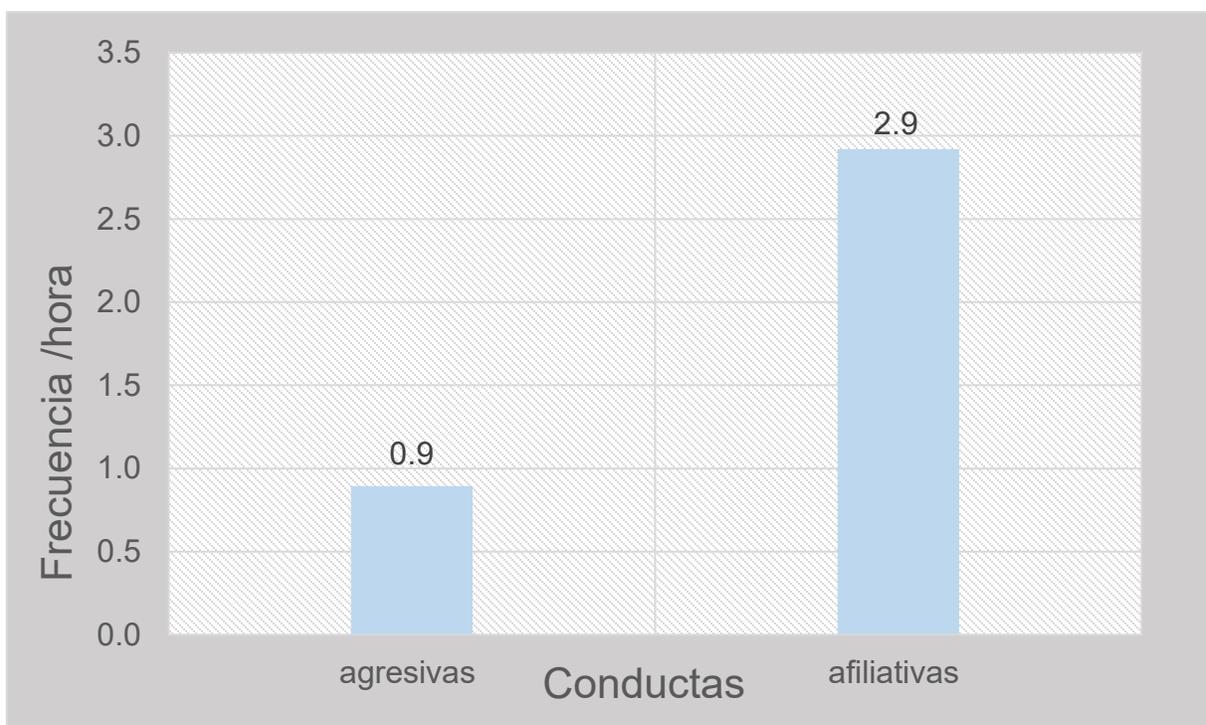


Figura 4. Comparación entre la frecuencia/h. de conductas afiliativas y agresivas.

Según [16] mostró en la investigación realizada en invierno una frecuencia de conductas agresivas de 0.95/h, muy similar a lo obtenido en el presente estudio de 0.9 /h., sin embargo, la frecuencia de las conductas afiliativas fue superior en el estudio del 2005 dando una frecuencia del 6.1/h, en contraste del presente estudio con una frecuencia del 2.9/h. Es posible considerar que la diferencia en frecuencia de conductas afiliativas se debe a las condiciones climáticas registradas, ya que el presente estudio se realizó en verano, en donde la temperatura ambiental influye en este tipo de conductas, según lo reportado por [69].

Como se muestra en la figura 5, se encontró que la conducta agresiva amenazar y rascarse fueron conductas que no se presentaron, la conducta seguir presentó una frecuencia de 0.2/h., las conductas recargarse y montar presentaron una frecuencia de 0.5/h., las conductas topetear y lamer tuvieron una frecuencia de 0.7/h. y la conducta con mayor frecuencia fue acicalar con una frecuencia de 1.2/h.

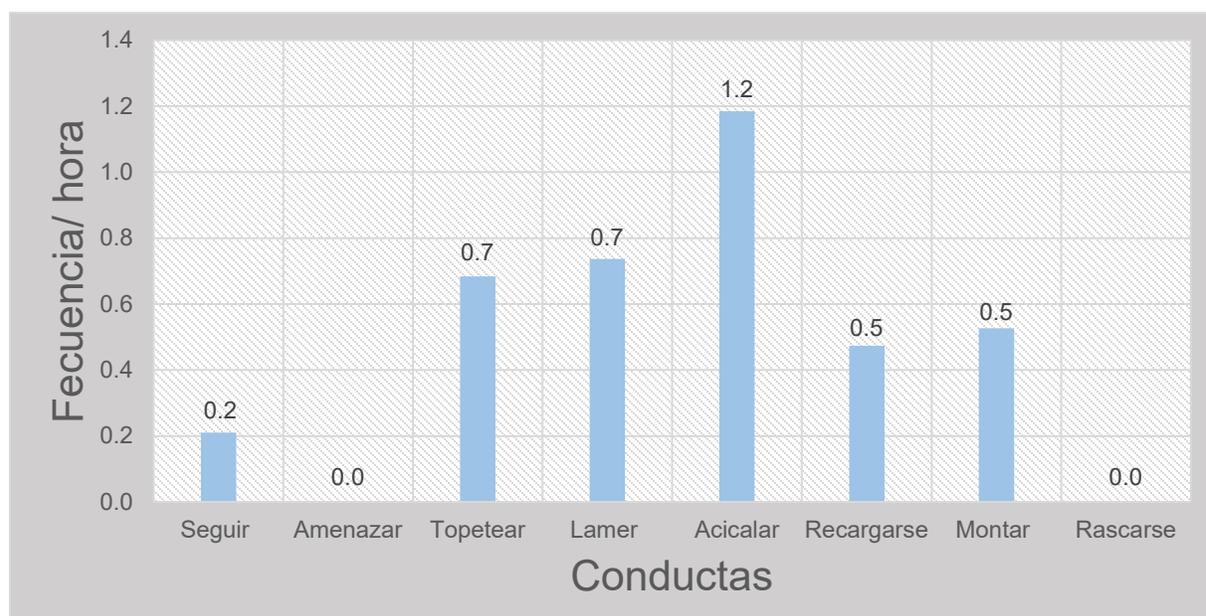


Figura 5. Resultados de la frecuencia/h. del tiempo empleado en conductas individuales.

En investigaciones anteriores [16] y en la presente se observaron una frecuencia similar en las conductas agresivas seguir, amenazar y topetear, frecuencia que se puede considerar baja, se identifica que se debe a que las instalaciones y el espacio por cabeza se encuentra dentro de los límites recomendados según [6].

Hasta el momento de la redacción de esta tesis no se encontró alguna investigación reciente publicada que considerase los mismos aspectos que el presente estudio y el de [16].

6.3 Determinación del índice de Temperatura / Humedad y su relación en el comportamiento del ganado bovino

Se estableció el ITH obteniendo los siguientes resultados: el ITH más bajo fue 66: presentándose el día 8 de julio del 2021, mientras que el ITH más constante fue el 69, registrado los días: 13, 27,29 de julio; el 26 de agosto y los días 16 y 28 de septiembre. El ITH más alto fue de 74 registrado el día 15 de julio día el cual la temperatura más alta del estudio fue registrada de 26.9 °C y una humedad relativa del 46.3 % (figura 6).

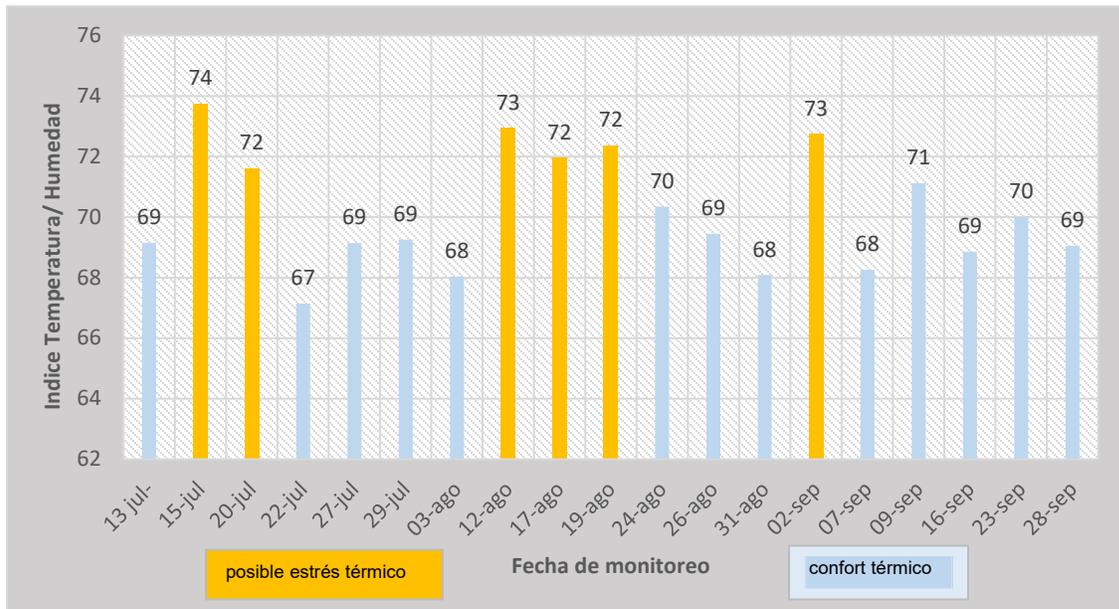


Figura 6. Índice de temperatura/humedad verano del 2021.

El índice de temperatura humedad registrado en el verano nos indica en que rango de confort térmico se ubica el ganado en el verano del 2021. Se encontró que solo 6 veces en el verano del 2021 el ITH superó el rango de 72, lo que nos sugiere un nivel de estrés leve por calor, no obstante, el resto de los días de investigación el

ganado se encontraba en confort térmico con un ITH menor a 71, de acuerdo a lo indicado (Cuadro 2) [58].

El reporte de [70] nos menciona que el ganado bovino al sufrir estrés térmico lleva a alteraciones fisiológicas que podemos observar en el aumento de la frecuencia cardiaca y respiratoria. Así [71], en su estudio de los parámetros en el trópico y en el altiplano, nos menciona que la frecuencia respiratoria normal es de 53 respiraciones por minuto. Al realizar una comparación (figura 7), podemos observar que en los días 15, 20 de julio donde el valor de ITH supera el 71, la frecuencia respiratoria está por encima del parámetro normal, mientras que en los días donde el valor de ITH es igual o menor de 71 la frecuencia respiratoria suele estar alrededor del valor normal, sin embargo, como menciona [70], estos animales pueden adaptarse si disponen de sombra y agua fresca.

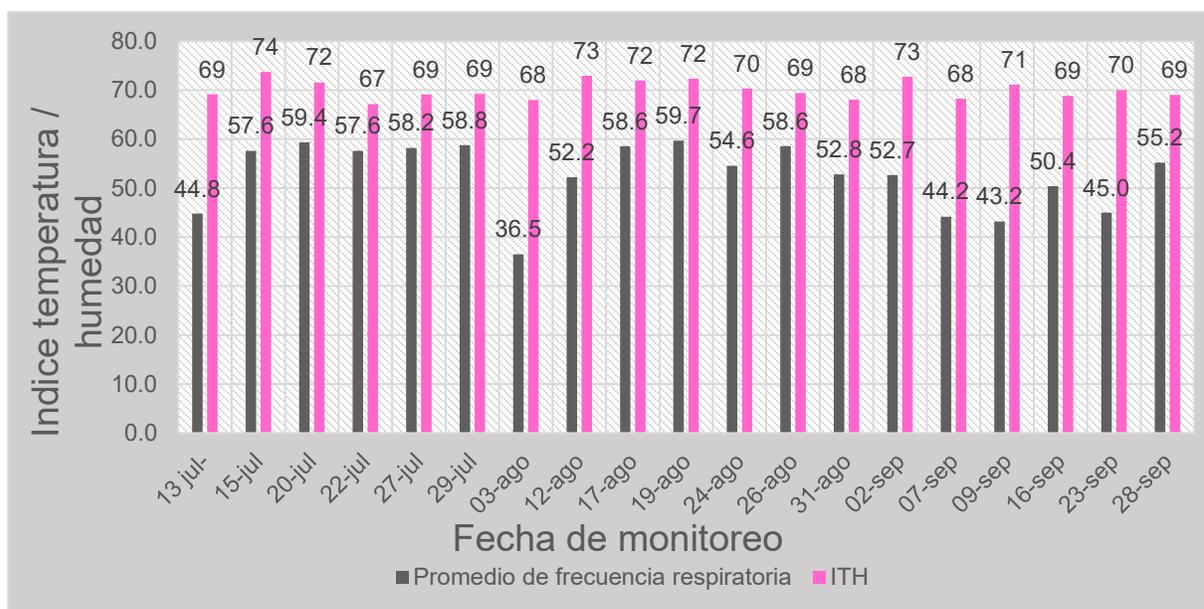


Figura 7. Relación de la frecuencia respiratoria y el valor de ITH en el verano del 2021.

El bienestar del ganado lechero está sumamente relacionado con las condiciones ambientales en las instalaciones de producción y sobre todo en épocas donde la temperatura aumenta, lo que se observa en la presente investigación es que las vacas contaron con sombra adecuada lo que permitió su adaptación para mantenerse en bienestar. En el ganado Holstein el estrés térmico puede presentarse en niveles donde el ITH se encuentra en rangos tan bajos como 65-69, esto es más susceptible en vacas de alto valor genético [72,73,74].

En la figura 8 se observa la relación del ITH y de las conductas de mantenimiento parada, caminar y echada descansando durante el periodo de investigación.

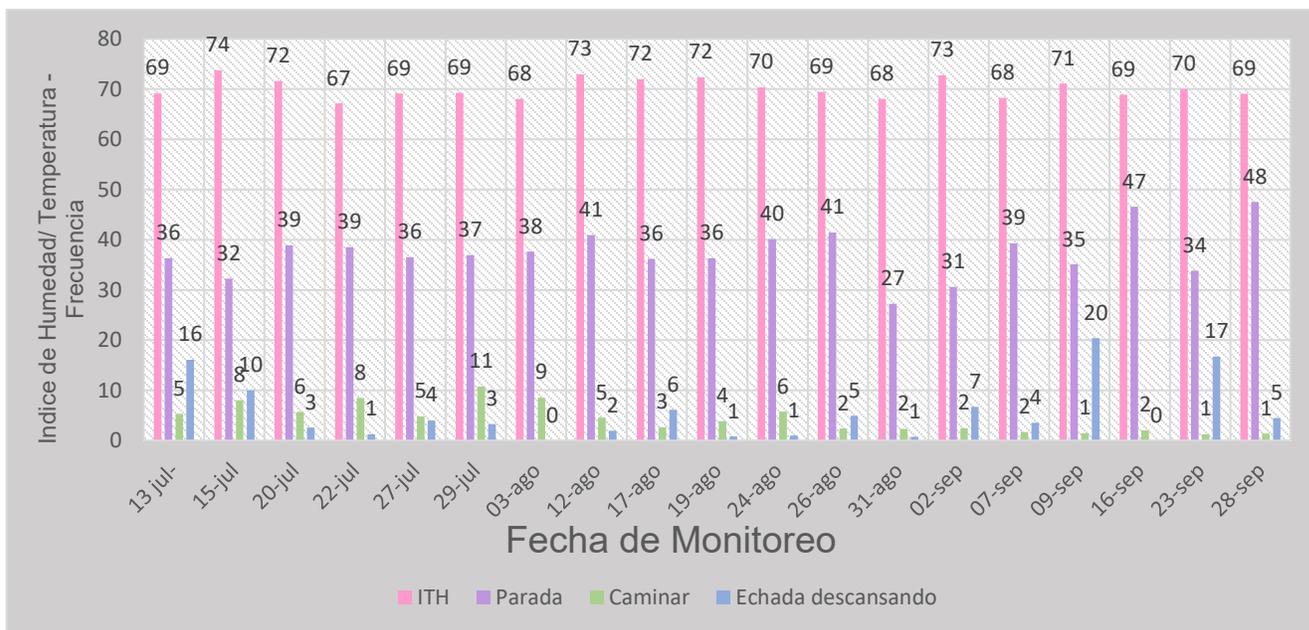


Figura 8. Relación del ITH y las conductas de mantenimiento parada, caminar y echada descansando.

Se observan variaciones no constantes en la frecuencia de la conducta parada, cuando el ITH es mayor a 71 baja su frecuencia y aumenta cuando el valor de ITH

disminuye. También se determinaron variaciones no constantes en la frecuencia de la conducta caminar, cuando el ITH disminuye del valor 70, la frecuencia de la conducta aumenta y al caso contrario, cuando el valor de ITH aumenta de 71, la frecuencia de la conducta caminar disminuye. En el caso de la conducta echada descansado se determinaron variaciones no constantes, encontrando que la frecuencia aumenta entre el valor de 69 y 71 de ITH. Ya que las variaciones son constantes, podemos llegar a discutir que existen otros factores que pueden modificar la frecuencia de estas conductas, sin embargo, el ITH en distintos niveles si alteró la frecuencia de las conductas.

En la figura 9 se observa la relación del ITH y de las conductas de mantenimiento comer, beber y rumiar durante el periodo de investigación.

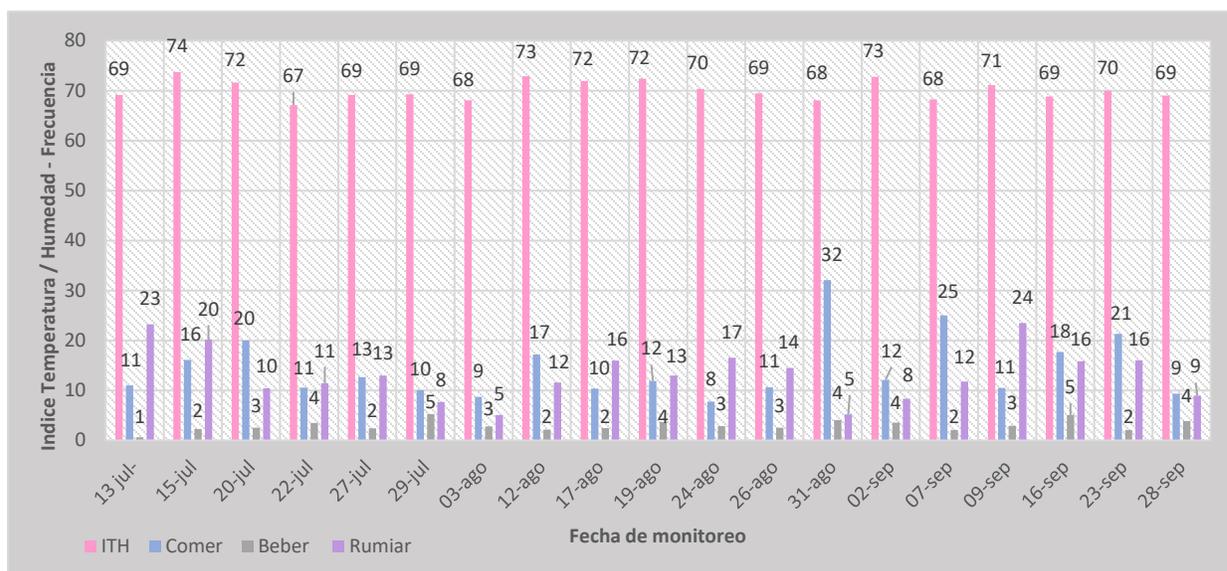


Figura 9. Relación del ITH y de las conductas de mantenimiento comer, beber y rumiar.

Se identificaron variaciones no constantes en la conducta comer, donde la frecuencia de la conducta aumenta entre el valor de 68 a 72 de ITH, cuando el valor

de ITH aumenta del 72, la frecuencia disminuye. No se encontró una relación entre la variación de la frecuencia de la conducta beber, el rumiar disminuyo cuando el valor fue de 73. Se observa que con el valor de ITH, pueden llegar a existir factores distintos (las condiciones del suelo o la radiación solar) dentro de las instalaciones que alteren la frecuencia de las conductas evitando así encontrar una relación entre el valor del Índice de Humedad/Temperatura y las conductas que claramente tiene relación.

En la figura 10 se observa la relación del ITH y de las conductas de mantenimiento orejear, cabecear, colear, patear y movimiento costal durante el periodo de investigación.

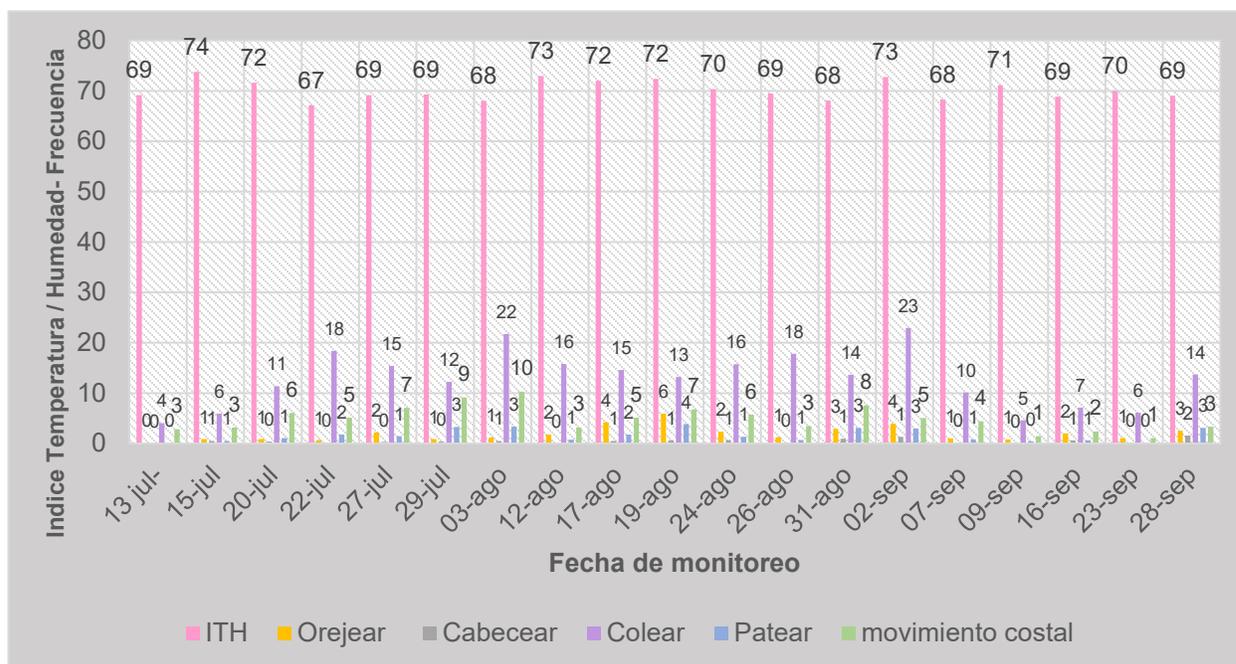


Figura 10. Relación del ITH y de las conductas de mantenimiento orejear, cabecear, colear, patear y movimiento costal.

No se identificó alguna constante entre las conductas orejear, cabecear, colear, patear y movimiento costal, dichas conductas tienden a presentarse en la presencia

de moscas y se cree que su relación con el valor de ITH no es muy estrecha, sin embargo, en la conducta orejear logramos identificar variaciones no constantes en la frecuencia, algunos días donde el valor de ITH supero 72 la frecuencia de esta conducta aumentó y el colear aumento cuando el valor fue de 73.

El estudio de [59] realizó un estudio donde determinó la tasa de indicadores agonistas, observando que la variación de la tasa de amenazas y topetazos está influenciada por las condiciones del medio ambiente que a su vez modifica el valor de ITH, sin embargo, en nuestro estudio no se determinó una relación constante entre valores altos de ITH y el aumento de la frecuencia de las conductas sociales (tanto agonistas como no agonistas), como muestra en la figura 11, el día 15 de julio del 2021 donde el valor de ITH llegó a 74, con temperatura de 27° C, existe un aumento de la frecuencia de las conductas sociales seguir, topetear, lamer y acicalar, mostraron variación con respecto al día 13 de julio donde el ITH era de valor 69, con una temperatura de 22° C, en donde no se presentaron dichas conductas, de acuerdo a cuadro 2, se considera que en el día 15 de julio, donde el ITH llegó al valor 74 no se encuentran en bienestar, mientras que el día 13 de julio el valor de ITH 69, se localiza en un rango que nos sugiere que el animal se encuentra en confort térmico.

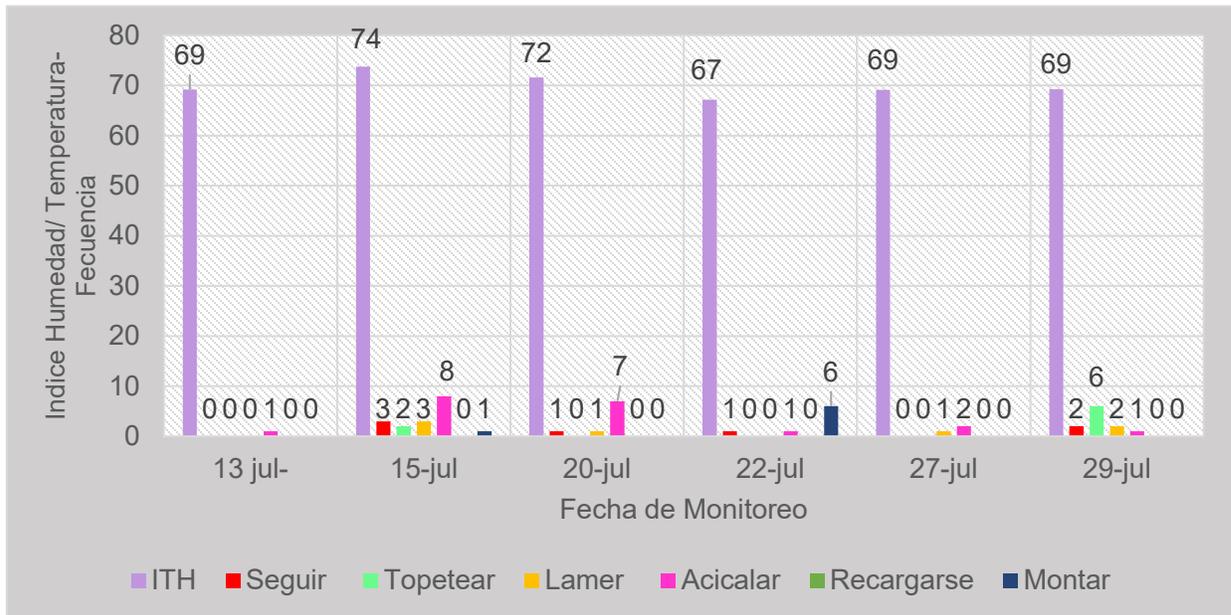


Figura 11. Relación del ITH y las conductas sociales en el mes de julio del 2021.

Hasta el momento no se ha identificado literatura que reporte la relación entre las conductas sociales e individuales monitoreadas en el presente estudio y el índice de temperatura y humedad, los resultados del mes de julio fueron mayormente representativos en relación a agosto y septiembre donde el ITH fue fluctuante al mes de julio con valores similares.

Según [75] en un estudio realizado en la estación verano en la zona del noreste de España, encontró que los animales pasaron un 48% en un ITH inferior al 68, un 18% con un ITH entre el 68 a 72 y un 34% con un ITH superior al 72, por lo tanto, en ese estudio los animales pasaron el 48% del tiempo en condiciones de confort térmico. Mientras que en el presente estudio los animales pasaron un 10% con un ITH inferior al 68, un 76 % con un ITH entre el 68 a 72 y un 14 % con un ITH superior al 72, así los animales pasaron un 86 % en condiciones de confort térmico, superior a lo antes reportado (figura 12). La diferencia entre los porcentajes señalados se debe a los distintos valores de humedad relativa entre la región del municipio de El Llano y la

región de Cataluña, teniendo la región española una humedad relativa promedio entre un 70 y un 75% en contraste con el registrado en el lugar del presente estudio con un promedio de 61%, lo que permite contar con bienestar animal en las vacas estudiadas.

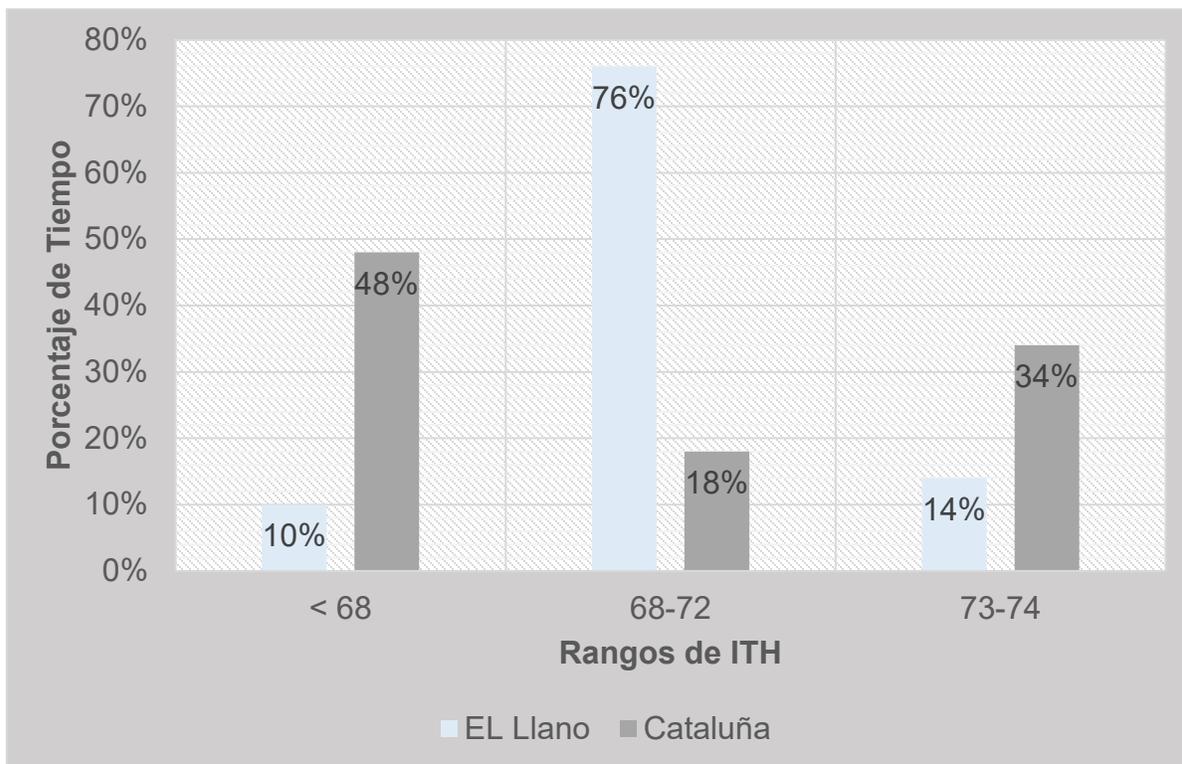


Figura 12. Rangos de ITH en la temporada de estudio en el municipio de El Llano y en la región de Cataluña.

VII. CONCLUSIONES

El comportamiento presentado en nuestro estudio, arrojó como resultado que las vacas dedicaron el mayor tiempo a conductas denominadas de mantenimiento, empleando la mayor parte del tiempo a descansar paradas, comer y rumiar.

Las conductas sociales registradas en esta investigación arrojan una mayor frecuencia relativa en las conductas afiliativas como lamer y acicalar, mientras que las conductas agonistas que fueron monitoreadas presentaron una frecuencia relativa baja en la conducta seguir, mientras que la conducta amenazar no se presentó.

El promedio del ITH en el verano del año 2021 fue de un valor de 70, el cual nos indica que el ganado se encontró en bienestar de acuerdo al rango de confort térmico.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Broom, D. M. (2019). Abnormal behavior and the self-regulation of motivational state. *Journal of Veterinary Behavior*, 29, 1-3.
2. Zamora, A.J., M.E. López y R. Cabrera. (2011). ¿Imitación en grupos animales? evaluación de una respuesta novedosa para obtener alimento en las palomas. *Suma Psicológica*, 18(1): 67-81.
3. Miranda-de la Lama, G. C. (2008). Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10B), 1-8.
4. Harrison, R. (1964). *Animal Machines: The New Factory Farming Industry*; Vincent Stuart Ltd.: London,UK,
5. Brambell, R. (1965). Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. London: Her Majesty's Stationary Office.
6. Mainau, E., Temple, D., & Manteca, X. (2016). Experimental study on the effect of oral meloxicam administration in sows on pre-weaning mortality and growth and immunoglobulin G transfer to piglets. *Preventive Veterinary Medicine*, 126, 48-53.
7. O'Driscoll, K., Boyle, L., French, P., & Hanlon, A. (2008). The effect of out-wintering pad design on hoof health and locomotion score of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(2), 544-553.
8. Sepúlveda-Varas, P., Huzzey, J. M., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2013). Behaviour, illness and management during the periparturient period in dairy cows. *Animal production science*, 53(9), 988-999.

9. Fregonesi, J. A., Von Keyserlingk, M. A. G., Tucker, C. B., Veira, D. M., & Weary, D. M. (2009). Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 1979-1985.
10. Haufe, H. C., Gygax, L., Steiner, B., Friedli, K., Stauffacher, M., & Wechsler, B. (2009). Influence of floor type in the walking area of cubicle housing systems on the behaviour of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(1), 21-27.
11. Telezhenko, E., Lidfors, L., & Bergsten, C. (2007). Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. *Journal of dairy science*, 90(8), 3716-3724.
12. Grandin, T. (1980). Observations of cattle behavior applied to the design of cattle-handling facilities. *Applied Animal Ethology*, 6(1), 19-31.
13. van Eerdenburg, F. J. C. M., Dominguez, J. C., Ruud, L. E., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2018). Diseño de cubículos en granjas de vacas lecheras en estabulación libre, 26-45
14. De-la-Barra, R., Carvajal, A. M., Martínez, M. E., & Morales, R. (2019). Arquitectura Corporal de Biotipos Bovinos Holstein Friesian y Overo Negro Utilizados en Predios Lecheros del Sur de Chile. *International Journal of Morphology*, 37(4), 1444-1449.
15. Fernández Carmona, J., Blas Ferrer, E., & Cervera Fras, C. (2017). Datos sobre conducta y bienestar de animales en granja. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.347-391
16. Vitela, I., Cruz-Vázquez, C., & Solano, J. (2005). Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre, en

invierno, en zona árida, México. *Archivos de medicina veterinaria*, 37(1), 23-27.

17. Martín, G. (2016). Etología y comportamiento animal: principios de bienestar animal. *Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Tucumán, Argentina*. P25
18. Altmann, J. (1974). Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behavior*, 3:227-267.
19. Lehner, P.N. (1996). *Handbook of Ethological Methods*. 2da edición. Cambridge University Press. Gran Bretaña, 672 pp
20. Bateson, M., & Martin, P. (2021). *Measuring behaviour: an introductory guide*. Cambridge university press.
21. Landaeta-Hernández, A. (2011). Etología y producción animal. *Mundo Pecuario*, 7(3), 116-129.
22. Broom, D. M., & Fraser, A. F. (2015). *Domestic animal behaviour and welfare*. Cabi.
23. BARTON, M. (1983). The effects of management and behavioural factors on intake of acidified milk and concentrates by group-reared calves. *Anim. Prod.* 36:511-512.
24. Mota-Rojas, D., Olmos-Hernández, A., Verduzco-Mendoza, A., Hernández, E., Martínez-Burnes, J., & Whittaker, A. L. (2020). The utility of grimace scales for practical pain assessment in laboratory animals. *Animals*, 10(10), 1838.

25. Pérez Esteban H (2013). Fisiología Animal II. Managua, Universidad Nacional Agraria, 242 p.
26. Ortega Cerrilla, ME, & Gómez Danés, A. Á. (2006). Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción pecuaria. *Interciencia* , 31 (12), 844-848.
27. Eibl-Eibesfeldt, I. (1979). Etología: introducción al estudio comparado del comportamiento. 2a edición Ediciones Omega. S.A. Barcelona 643 pp.
28. Fagen, R. M. (1978). Repertoire analysis. In P. C. Colgan (Ed.), *Quantitative ethology*. New York: John Wiley and Sons.
29. Byers, J. A., & Bekoff, M. (1981). Social, spacing, and cooperative behavior of the collared peccary, *Tayassu tajacu*. *Journal of Mammalogy*, 62(4), 767-785.
30. OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. (2012). Código Sanitario para los animales terrestres, 2012. Directrices para el sacrificio de animales destinados al consumo humano. Editorial OIE, Paris, Francia.
31. Quevedo, W. (2018). Recuento de células somáticas (rsc), como indicador en la resistencia de la mastitis bovina. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 16(17), 1001-1012.
32. Martinez, G. M., Suarez, V. H., & Ghezzi, M. D. (2016). Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 42(2), 153-160.
33. Webster, J., & Margerison, J. (Eds.). (2022). *Management and welfare of farm animals: the UFAW farm handbook*. John Wiley & Sons.

34. Mellor, D.J.; C.S.W Reid, (1994) Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In *Improving the Well-Being of Animals in the Research Environment; Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching: Glen Osmond, Australia*, 3–18.

35. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, JL y Collier, RJ (2012). Adaptación al clima cálido y estrategias para aliviar el estrés por calor en la producción ganadera. *Animal*, 6 (5), 707-728.

36. Romero, M., & Sánchez, J. (2012). Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. *Revista MVZ Córdoba*, 17(1), 2936-2944.

37. Odeón, M. M., & Romera, S. A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista veterinaria*, 28(1), 69-77.

38. Trevisi, E., & Bertoni, G. (2009). Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup1), 265-286.

39. Ill, J. W. C., Krausman, P. R., Rosenstock, S. S., & Turner, J. C. (2006). Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 570-581.

40. Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of animal science*, 84(3), 712-719..

41. Bautista-Martínez, Y., Herrera-Haro, J. G., Espinosa-García, J. A., Martínez-Castañeda, F. E., Vaquera-Huerta, H., Bárcena-Gamma, J. R., & Morales, A. (2017). Relación entre las prácticas tecnológicas de manejo, la producción y su asociación con las épocas del año en el

- sistema de doble propósito del trópico mexicano. *Nova scientia*, 9(19), 154-170.
42. Hahn, GL (1999). Respuestas dinámicas del ganado a las cargas de calor térmico. *Revista de ciencia animal* , 77 (suppl_2), 10-20.
 43. Collier, R. J., Dahl, G. E., & VanBaale, M. J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of dairy science*, 89(4), 1244-1253.
 44. Correa-Calderón, A., Leyva, C., Avendaño, L., Rivera, F., Díaz, R., Álvarez, F. D., ... & Rodríguez, F. (2009). Effect of artificial cooling and its combination with timed artificial insemination on fertility of Holstein heifers during summer. *Journal of Applied Animal Research*, 35(2), 109-112.
 45. Collier, R. J., Collier, J. L., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2008). Invited review: genes involved in the bovine heat stress response. *Journal of dairy science*, 91(2), 445-454.
 46. West, J. W., Mullinix, B. G., & Bernard, J. K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 86(1), 232-242.
 47. Arias, R. A., Mader, T. L., & Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22.
 48. Armstrong, D. (1994). Interacción del estrés por calor con la sombra y el enfriamiento. *Revista de ciencia láctea*, 77 (7), 2044-2050.

49. Cook, N. J. (2012). Minimally invasive sampling media and the measurement of corticosteroids as biomarkers of stress in animals. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3), 227-259.
50. Polsky, L. y M.A, Von Keyserlingk (2017). Revisión invitada: Efectos del estrés por calor en el bienestar del ganado lechero. *Revista de ciencia láctea*, 100 (11), 8645-8657.
51. Dash, S., Chakravarty, AK, Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M. y Yousuf, S. (2016). Efecto del estrés por calor en el desempeño reproductivo del ganado lechero y búfalos: una revisión. *Mundo veterinario*, 9 (3), 235.
52. Romo Valdez, A. M., Portillo Loera, J. J., Urías Estrada, J. D., Estrada Angulo, A., Castro Pérez, B. I., & Ríos Rincón, F. G. (2022). Frecuencia y puntaje de jadeo en bovinos productores de carne en finalización intensiva durante el verano. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(2), 559-572.
53. Bagath, M., Krishnan, G., Devaraj, C., Rashamol, VP, Pragna, P., Lees, AM y Sejian, V. (2019). El impacto del estrés por calor en el sistema inmunológico del ganado lechero: una revisión. *Investigación en ciencia veterinaria*, 126, 94-102.
54. Leyva-Corona, J. C., Thomas, M. G., Rincón, G., Medrano, J. F., Correa-Calderón, A., Avendaño-Reyes, L., ... & Luna-Nevárez, P. (2016). Enfriamiento al inicio de verano para mitigar el estrés por calor en vacas Holstein del noroeste de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(4), 415-429.
55. Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P. y Saikia, J. (2016). Impacto del estrés por calor en la salud y el rendimiento de los animales lecheros: una revisión. *Mundo veterinario*, 9 (3), 260.

56. Cowley, FC, Barber, DG, Houlihan, AV y Poppi, DP (2015). Efectos inmediatos y residuales del estrés por calor y la ingesta restringida en la composición de proteína y caseína de la leche y el metabolismo energético. *Revista de ciencia láctea*, 98 (4), 2356-2368.
57. Medrano-Galarza, C., Zuñiga-López, A., & García-Castro, F. E. (2020). Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 25(2), 49-62.
58. Berry IL, MD Shanklin, HD Johnson. 1964. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. *Trans ASAE* 7, 329-331.
59. Cerqueira, J., Araújo, J. P., Penedo, I. B., Cantalapiedra, J., Silvestre, M. A., & Silva, S. R. (2016). Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. *Archivos de zootecnia*, 65(251), 357-364.
60. Becker, CA, Collier, RJ y Stone, AE (2020). Revisión invitada: Efectos fisiológicos y conductuales del estrés por calor en vacas lecheras. *Revista de ciencia láctea*, 103 (8), 6751-6770.
61. Correa-Calderón, A., Leyva, C., Avendaño, L., Rivera, F., Díaz, R., Álvarez, F. D., ... & Rodríguez, F. (2009). Effect of artificial cooling and its combination with timed artificial insemination on fertility of Holstein heifers during summer. *Journal of Applied Animal Research*, 35(2), 109-112.
62. Olivares, B. O., Guevara, E., Oliveros, Y., & López, L. (2013). Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 209-224.

63. Thrusfield, M. y Christley, R. (2007). *Epidemiología veterinaria*. hoboken EE.UU.: Wiley-Blackwell , 230 , 238-240.
64. Ramos, S. I. G., García, A. A. C., Pérez, M. E. M., Espinoza, U. G., & González, R. G. (2010). Evaluación del proceso de sacrificio de bovinos mediante indicadores de bienestar animal en un rastro TIF de la zona Centro del Estado de Veracruz.
65. Villagomez, M. Á. L., Castro, R. L., Núñez, A. C., Rentería, I. D. C. D., & Garcez, N. (2014). Indicadores de confort en vacas lecheras estabuladas en la región de Tuxpan, Veracruz y en el altiplano. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(1), 283-287.
66. Herrera, J. P. P., Cely, G. E. E., Floriano, D. A. P., & Vallejo, N. M. M. (2017). Efecto de diferentes sistemas enriquecidos sobre el comportamiento de bovinos doble propósito en producción lechera en la amazonia colombiana. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(12), 1-22.
67. Espinoza, F., Hernández, R. A., & Folache, L. (2008). Etología de vaquillas doble propósito en un sistema silvopastoril durante el período seco en una sábana tropical. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 429-437.
68. Vivas Peñafiel, G. V. (2018). Evaluación de la conducta alimentaria de vacas lecheras en agro-ecosistemas con y sin árboles en la parroquia El Carmelo, cantón Tulcán, provincia del Carchi Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica Estatal del Carchi).
69. Alvarez, L., Zarco, L., Galindo, F., Blache, D., & Martin, G. B. (2007). Social rank and response to the “male effect” in the Australian Cashmere goat. *Animal Reproduction Science*, 102(3-4), 258-266.
70. Muñoz, G., Rondelli, F., Maiztegui, L., Gherardi, S., Tolini, F., Fernández, G., & Celoria, F. (2013). Efectos de la ola de calor sobre la vaca Holando Argentino en el Módulo Tambo de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR. *Agromensajes*, 36, 8-12.*-/

71. De alba, P.E. (1977) Contribución al estudio de las constantes hemáticas en el trópico y en la altiplanicie del ganado Holstein. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, Tesis Ver. p.435.
72. Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A. y Belyea, R. (2002). La relación del índice de temperatura-humedad con la producción de leche de vacas lecheras en un clima mediterráneo. *Investigación con animales*, 51 (6), 479-491.
73. Bryant, JR, López-Villalobos, N., Pryce, JE, Holmes, CW y Johnson, DL (2007). Cuantificación del efecto del ambiente térmico en los rasgos de producción en tres razas de ganado lechero en Nueva Zelanda. *Revista de Investigación Agrícola de Nueva Zelanda*, 50 (3), 327-338.
74. Zimbelman, RB, Rhoads, RP, Rhoads, ML, Duff, GC, Baumgard, LH y Collier, RJ (2009). Una reevaluación del impacto del índice de temperatura y humedad (THI) y el índice de humedad del globo negro (BGHI) en la producción de leche en vacas lecheras de alta producción. *En Actas de la Conferencia de Nutrición del Suroeste* (ed. RJ Collier) (págs. 158-169).
75. García-Pérez, C., Villalba Mata, D., Casals-Maestre, R., & Blanco Penedo, I. (2022). Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein del noreste de España. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 2022, vol. 118, núm. 2, p. 239-261.

