

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DURANTE EL VERANO EN VACAS
CHAROLAIS EN EL LITORAL NORTE DEL URUGUAY**

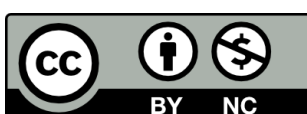
por

Macarena GARCIMARTÍN PEREIRA
Guillermina MENDY SAPRIZA

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

PAYSANDÚ
URUGUAY
2025

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial**”.



Página de aprobación

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra.) Paula Batista Taborda

Tribunal:

Ing. Agr. (Dra.) Ana Carolina Espasandin

Dr. Vet. (Dr.) Alberto Casal

Ing. Agr. (Mag.) Estefanía Romaniuk

Fecha:

11 de diciembre de 2025

Estudiante:

Macarena Garcimartín Pereira

Guillermina Mendy Sapriza

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestra tutora Paula Batista y co-tutora Ana Espasandin por el apoyo y acompañamiento durante el desarrollo del trabajo. También al establecimiento “La Espiga” por poner a disposición parte de sus animales y el predio para realizar la fase experimental de la investigación. Por último, reconocer el respaldo de nuestras familias y amistades durante esta trayectoria.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUCCIÓN	10
2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2.3 HIPÓTESIS	12
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA	13
3.2 BIENESTAR ANIMAL.....	14
3.3 INDICADORES BIO METEOROLÓGICOS.....	15
3.3.1 Índice de Temperatura y Humedad a nivel nacional.....	15
3.4 ESTRÉS TÉRMICO Y COMPORTAMIENTO ANIMAL	17
3.4.1 Estrés.....	17
3.4.2 Estrés térmico	17
3.4.3 Comportamiento animal en pastoreo	18
3.4.4 Comportamiento animal frente al estrés térmico.....	18
3.4.5 Factores del animal predisponentes al estrés calórico.....	20
4 MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1 DESCRIPCIÓN DEL POTRERO Y ANIMALES UTILIZADOS	22
4.2 MONITOREO COMPORTAMENTAL	23
4.3 ESTIMACIÓN DEL ÍTH.....	24
4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26
5 RESULTADOS	29
6 DISCUSIÓN.....	38
7 CONCLUSIONES.....	41
8 BIBLIOGRAFÍA	42

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Cruzamientos raciales agrupados por cuatro criterios mayores	13
Tabla 2 Valores de ITH ajustado promedios diarios, obtenidos para cada día de observación.....	25
Tabla 3 Frecuencia de concurrencia al agua y minutos totales, en cada día de observación	35
Figura 1 Variación espacial del Índice de Temperatura y Humedad del aire en el mes de enero.....	16
Figura 2 Imagen satelital del potrero utilizado para el experimento	23
Figura 3 Valores de ITH ajustado (ITHaj), desde el 1/1/25 al 1/2/25	25
Figura 4 Líneas de tendencia del número de animales en pastoreo según ITH ajustado y fecha	29
Figura 5 Líneas de tendencia del número de animales en descanso según ITH ajustado y fecha	30
Figura 6 Líneas de tendencia del número de animales a la sombra según ITH ajustado y fecha	31
Figura 7 Líneas de tendencia del número de animales rumiando según ITH ajustado y fecha	31
Figura 8 Correlaciones entre ITH ajustado y comportamientos.....	32
Figura 9 Tiempo diario (%) que se dedica a cada actividad, en promedio de los tres días	33
Figura 10 Duración de cada actividad (horas), e ITH ajustado, promedio de tres días, según divisiones horarias	34
Figura 11 Proporción diaria promedio de la actividad de agua, dividida por horarios, promedio de tres días	35
Figura 12 Predicciones de comportamiento animal frente a variaciones de ITHaj.....	36

RESUMEN

En el norte de Uruguay, la producción bovina se orienta principalmente a la producción de carne, desarrollándose en sistemas pastoriles extensivos caracterizados por altas temperaturas y marcadas variaciones estacionales en la disponibilidad de forraje. En este contexto, las razas seleccionadas deben combinar rendimiento productivo con adaptabilidad al clima cálido y resistencia a enfermedades y parásitos. Las razas más utilizadas en la producción son las británicas como Hereford y Aberdeen Angus, sin embargo, su bienestar se ve comprometido por la alta carga térmica estival. La raza Charolais se caracteriza por su rusticidad, alto rendimiento en ganancia de peso y adaptabilidad a diversos ambientes, lo que la posiciona como un recurso genético de interés. En este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el tiempo del comportamiento en pastoreo de vacas de cría de la raza Charolais, según ITH horario ajustado, manejadas sobre campo natural, frente a condiciones de estrés térmico durante el verano en Paysandú, Uruguay. Esto comprendió determinar el tiempo diario de pastoreo, sombra, descanso al sol, rumia, y frecuencia a beber agua. El estudio consistió en un monitoreo visual durante tres días consecutivos desde las 7:00 hasta las 18:00 horas, registrando cada 10 minutos la actividad desarrollada por los animales (pastoreo, descanso al sol, sombra, rumia y agua). Paralelamente se cuantificó el Índice de Temperatura y Humedad ajustado por velocidad del viento y radiación solar (ITHaj) para medir el riesgo de estrés calórico en los animales evaluados, siendo de 78 (alerta), 81 (peligro) y 80 (peligro), respectivamente para cada día de medición. El análisis estadístico evidenció diferencias en el comportamiento según las variaciones de ITHaj, se observó una disminución del pastoreo frente al aumento del índice ($r = -0,19$), un incremento en el uso de la sombra ($r = 0,35$), y una sustitución de los comportamientos de descanso ($r = -0,37$) y de búsqueda de agua por permanecer a la sombra ($r = -0,24$). Asimismo, se registró una correlación nula entre ITHaj y el tiempo destinado a tomar agua. En promedio, dentro del total de horas de observación, las vacas destinaron 4,6 horas al pastoreo, 2,6 al descanso al sol, 0,6 horas de rumia, 3,6 horas a la sombra y 0,4 horas a la concurrencia a la aguada, con una frecuencia de visitas al agua de 2, 4 y 3 veces al día, para cada día, respectivamente. En conclusión, los resultados confirman la relevancia del acceso a sombra principalmente como factor determinante del bienestar y la eficiencia productiva en bovinos expuestos a condiciones de calor. Por este motivo, se considera relevante la necesidad de incorporar el componente ambiental en la planificación del manejo diario.

Palabras clave: estrés térmico, ITHaj, comportamiento animal, Charolais, bienestar animal

ABSTRACT

In northern Uruguay, cattle production is mainly focused on meat production, carried out in extensive pastoral systems characterized by high temperatures and marked seasonal variations in forage availability. In this context, the breeds selected must combine productive performance with adaptability to hot climates and resistance to diseases and parasites. The breeds most used in production are British breeds such as Hereford and Aberdeen Angus; however, in the environmental conditions of the north of the country, their welfare is compromised by high summer heat load. The Charolais breed is characterized by its hardiness, high weight gain, and adaptability to diverse environments, which positions it as a genetic resource of interest. In this context, the objective of this study was to determine the grazing behavior of Charolais breeding cows, according to adjusted THI, managed on natural pasture, under conditions of heat stress during the summer in Paysandú, Uruguay. This involved determining the daily time spent grazing, in the shade, resting in the sun, ruminating, and drinking water. The study consisted of visual monitoring for three consecutive days from 7:00 a.m. to 6:00 p.m., recording the animals' activity (grazing, resting in the sun, resting in the shade, ruminating, and drinking water) every 10 minutes. At the same time, the Temperature and Humidity Index adjusted for wind speed and solar radiation (THI_{adj}) was quantified to measure the risk of heat stress in the animals evaluated, being 78 (alert), 81 (danger), and 80 (danger), respectively, for each day of measurement. Statistical analysis showed differences in behavior according to variations in THI_{adj}, with a decrease in grazing as the index increased ($r = -0.19$), an increase in the use of shade ($r = 0.35$), and a substitution of resting ($r = -0.37$) and water-seeking behaviors ($r = -0.24$) for staying in the shade. Likewise, there was no correlation between THI_{adj} and the time spent drinking water. On average, within the total hours of observation, cows spent 4.6 hours grazing, 2.6 hours resting in the sun, 0.6 hours ruminating, 3.6 hours in the shade, and 0.4 hours at the watering hole, with a frequency of visits to the water of 2, 4, and 3 times per day, respectively. In conclusion, the results confirm the importance of access to shade as a determining factor for the welfare and productive efficiency of cattle exposed to hot conditions. For this reason, it is relevant to consider the necessity to include the environmental component to daily planning.

Keywords: heat stress, THI_{adj}, animal behavior, Charolais, animal welfare

1 INTRODUCCIÓN

En el norte de Uruguay, la producción bovina se desarrolla principalmente en sistemas extensivos de pastoreo, caracterizados por veranos cálidos, elevada humedad y variaciones estacionales en la disponibilidad de forraje (*Las razas bovinas*, 2024). Estas condiciones ambientales imponen desafíos importantes para la ganadería, por lo que la selección de razas adaptadas al clima es fundamental para garantizar eficiencia y sostenibilidad en la producción de carne.

Entre las razas de carne más utilizadas en la región, destacan las británicas taurinas Hereford y Aberdeen Angus, reconocidas por su excelente calidad de carne y buena conversión alimenticia. Las cruza con razas de origen *Bos indicus*, como Braford y Brangus, se utilizan para mejorar la tolerancia al calor, la resistencia a parásitos y la eficiencia reproductiva en condiciones de estrés térmico (*Las razas bovinas*, 2024). Además, Scarsi (1991) establece que la raza taurina Charolais, aunque menos frecuente, se emplea en cruzamientos para incrementar el rendimiento de carne debido a su alta tasa de crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia. La integración de estas razas y cruza asegura no solo la producción de carne de calidad, sino también la resiliencia de los animales frente a condiciones climáticas adversas (Scarsi, 1991).

La raza Charolais pertenece al grupo de razas europeas continentales (*Bos t. taurus*). Su nombre proviene de “Charolles”, ciudad del centro sur de Francia que le dio origen. Se caracterizan por su gran porte y rusticidad, pudiendo expresar su potencial en ambientes poco favorables en cuanto a la calidad del forraje (Bianchi Pol & Caprioli Barere, 1995).

Según Hodgson (1990) el comportamiento en pastoreo comprende actividades no solo de ingesta activa, sino también acciones como rumia, descanso, hidratación e interacciones sociales, dedicando entre 7 y 12 horas diarias al consumo de forraje. Diversos trabajos demuestran que se suelen realizar entre tres y cuatro sesiones de pastoreo al día, siendo más concentradas al amanecer y al atardecer (Hodgson, 1990).

Mediante el estudio del comportamiento en verano, asociado a índices de temperatura y humedad, es posible detectar patrones de conducta condicionados por el estrés térmico determinado por las altas temperaturas que se pueden alcanzar, especialmente en el norte del país, las cuales afectan la productividad del rodeo. Sin embargo, los trabajos realizados en Uruguay se basan principalmente en las razas tradicionales previamente mencionadas.

Por esta razón, en este trabajo se desarrolla el estudio comportamental de un rodeo de vacas de cría de la raza Charolais en pastoreo sobre campo natural, en el departamento de Paysandú.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el tiempo de comportamiento en pastoreo según ITH ajustado diario en vacas de cría de la raza Charolais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar en vacas de cría de la raza Charolais:

1. Tiempo diario destinado a pastoreo, rumia y descanso según ITH ajustado diario
2. Tiempo de permanencia al sol y a la sombra según ITH ajustado diario
3. Frecuencia de ocurrencia a beber agua según ITH ajustado diario.

2.3 HIPÓTESIS

El aumento de ITH ajustado diario afecta negativamente el comportamiento de pastoreo, aumenta la permanencia a la sombra, y la frecuencia del consumo de agua.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA

La raza Charolais se caracteriza por presentar animales musculosos, de gran tamaño y peso, de pelaje uniforme y blanco. En la Tabla 1 se compara la raza Charolais con Hereford y Aberdeen Angus, y se observan expresiones más pronunciadas de los rasgos presentados en la raza Charolais.

Tabla 1

Cruzamientos raciales agrupados por cuatro criterios mayores

Raza	Crecimiento y tamaño	Relación músculo/grasa	Edad a la pubertad
Hereford y Aberdeen Angus	xx	xx	xxx
Charolais	xxxxx	xxxxx	xxxx

Nota. Los símbolos (x) representan una escala cualitativa de la expresión relativa de cada característica entre razas, en la cual un mayor número de cruces indica una mayor expresión del rasgo evaluado. Tomado de Koch et al. (1989).

Poseen un peso al nacer promedio de 40 kilogramos, superior al de otras razas de entre 20 a 30 kilogramos. El peso al destete es muy variable según el ambiente, pero se encuentra alrededor de 250 kilogramos, mientras que el peso a la pubertad de las hembras se ubica entre 350 a 550 kilogramos, con una edad al servicio de aproximadamente 14 a 16 meses de edad (Engormix, 2023). Se registraron tasas de ganancia de peso de aproximadamente 1,5 kilogramos por día en períodos de engorde (Engormix, 2023).

Según la Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Charolaise, Charbray y sus Cruces (2017) es una raza adaptada a una gran diversidad de climas (tropical, subtropical, templado, frío y árido), dado a su capacidad de adaptación, rusticidad, robustez y de ganancia de peso a cualquier edad, pudiendo obtener animales listos para faena a los 18 a 20 meses de edad con más de 520 kilogramos de peso. A la hora de realizar cruzamientos se ha visto en ventaja por ser competitiva y versátil en la expresión de su potencial genético y vigor híbrido (Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Charolaise, Charbray y sus Cruces, 2017).

Scarsi (1991), en un estudio realizado sobre experimentos con cruzamientos en Uruguay, demostró lo mencionado anteriormente mediante el cruzamiento de Hereford y Charolais, donde se observó que se incrementó el crecimiento de las descendencias (terneros cruza un 11% más pesados al nacer que terneros puros y 16% superiores a los 15 meses) y se disminuyó la edad a faena, así como obteniendo canales con menor porcentaje de grasa.

3.2 BIENESTAR ANIMAL

Del Campo (2012) establece que el bienestar animal es un concepto definido desde el punto de vista de la homeostasis, es decir un normal, estable y satisfactorio funcionamiento de los sistemas biológicos. Implica la ausencia de situaciones de estrés prolongadas o severas y la capacidad de adaptación que presentan los animales a su debido ambiente (Del Campo, 2012).

Una buena orientación para cumplir de forma adecuada con el bienestar de los animales pueden ser las cinco libertades propuestas por la Organización Mundial de Sanidad Animal. Estas son evitar que los animales sientan hambre, sed y desnutrición, evitar que sientan miedo y angustia, que no sufran molestias físicas y térmicas, prevenir y tratar lesiones y enfermedades, y que sean libres de expresar patrones normales de comportamiento (Petrini & Wilson, 2005).

Del Campo (2012) expresó que el concepto de bienestar animal surgió de una preocupación ética por parte de la sociedad, considerando que los animales de producción son capaces de experimentar emociones y sensaciones tanto positivas como negativas, lo que es conocido por el avance del conocimiento científico. Esto ejerce una marcada presión sobre el sector pecuario e industrial, ya que cada vez es mayor el número de consumidores que demandan la integración del bienestar animal en la cadena de la calidad alimentaria (Chavarrías, 2009).

Una opinión popular en la población suele ser que los sistemas extensivos de producción de carne resultan beneficiosos en comparación a los sistemas intensivos debido a que las condiciones en que se encuentran los animales son lo más cercanas a su estado natural. Sin embargo, Del Campo (2012) asegura que en este tipo de producción igualmente existen amenazas. Entre ellas se destacan la posible subnutrición por la estacionalidad del forraje, mayor riesgo de enfermedades, lesiones y muertes por una

supervisión menos frecuente, y la exposición a situaciones climáticas adversas acompañadas de ausencia de abrigo y sombra.

En Uruguay, la problemática del estrés calórico en los animales para producción de carne se encuentra subestimada. Esta problemática en el verano sí existe, a pesar del clima templado que caracteriza al país (Del Campo, 2012). Simeone et al. (2010) aseguran que durante el verano en los sistemas pastoriles de producción cárnica se establece una doble restricción, una menor cantidad y calidad de forraje disponible; y las condiciones ambientales que pueden generar un estrés térmico.

3.3 INDICADORES BIO METEOROLÓGICOS

Existen determinados indicadores ambientales o biometeorológicos que miden el riesgo de estrés calórico en animales. Si bien son medidas indirectas que se rigen por variables ambientales, y no por mediciones directas en el animal, poseen las ventajas de una fácil utilización e implementación. Además, mediante el uso del pronóstico meteorológico, permiten la toma de medidas preventivas ante una posible ola de calor, evitando así pérdidas en bienestar y producción animal (Rovira, 2012a; Rovira & Velazco, 2008). Al ser diversos los factores ambientales que influyen sobre el confort térmico se han desarrollado índices que contemplan los efectos de las variables.

Ejemplos de indicadores ambientales son el índice de carga calórica (HLI) y la Temperatura de las esferas de Vernon (o globos negros), pero el más utilizado para determinar el riesgo al estrés calórico es el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), el cual considera la temperatura y humedad del aire. El mismo fue elaborado por Thom (1959) para humanos y posteriormente ajustado para bovinos (Johnson et al., 1961). Más recientemente, Mader et al. (2006) desarrollaron una versión ajustada del ITH (ITHaj) que incorpora la velocidad del viento y la radiación solar, proporcionando una estimación más precisa de la carga térmica experimentada por los animales bajo condiciones de pastoreo.

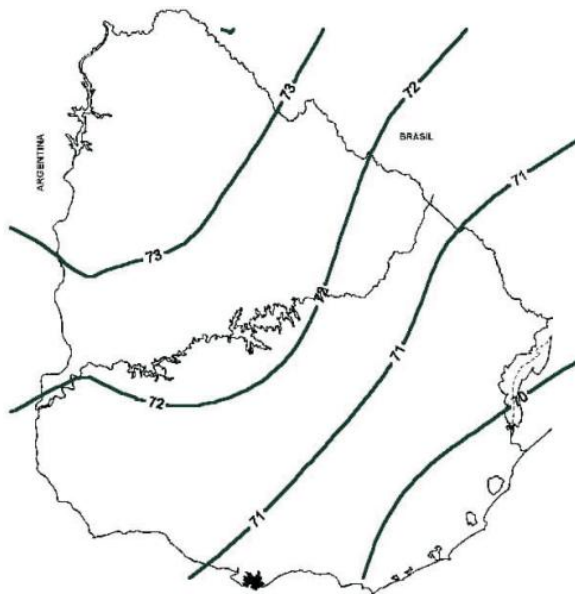
3.3.1 Índice de Temperatura y Humedad a nivel nacional

Cruz y Saravia (2008) buscaron caracterizar el ambiente térmico para ganado lechero en verano. Los primeros resultados mostraron que las localidades que presentaron un ITH mayor a 72 (considerado como crítico para vacas lecheras) en el mes de enero

fueron las ubicadas al norte del Río Negro (Figura 1), mientras que, en febrero la condición de alto ITH predomina más hacia el norte del país.

Figura 1

Variación espacial del Índice de Temperatura y Humedad del aire en el mes de enero



Nota. Tomado de Cruz y Saravia (2008).

En el mismo trabajo (Cruz & Saravia, 2008), la frecuencia acumulada de los valores diarios de ITH mayores a 72 en enero fue de más de 80% en Artigas y Salto; más de 65% en Rivera, Paysandú y Paso de los Toros; y mayor a 50% en Melo. Para las seis localidades del norte el mes de enero fue el más crítico. Además, la duración de los valores de ITH mayores a 72 fue más del 75% de la duración de la fase diurna, mientras que en la fase nocturna superaron el 45% del tiempo total. Esto capta la atención de las investigadoras, el hecho de que solo una parte de la noche esté fuera del nivel crítico, siendo normalmente la fase nocturna el período de recuperación de la situación de equilibrio térmico de los animales.

Por su parte, Rovira y Velazco (2007) durante los meses de enero a marzo para novillos pastoreando en Lomadas del Este, encontraron que la duración de los valores de ITH entre 72 y 78 (clasificado como moderado) fue de 30% del tiempo y valores de 79 - 89 (clasificado como severo) un 16% del tiempo. Además, Simeone et al. (2010) evidenciaron durante el verano en la localidad de Tres Bocas, Río Negro, valores de ITH diurnos por encima de 75 (tomado como valor crítico), y un máximo de 92.6.

3.4 ESTRÉS TÉRMICO Y COMPORTAMIENTO ANIMAL

3.4.1 Estrés

De acuerdo con Trotti et al. (1997), el estrés se describe como una respuesta biológica que se produce cuando un individuo percibe una amenaza hacia su homeostasis. En una situación de estrés se activan un conjunto de reacciones (con sus respectivas respuestas conductuales y fisiológicas) que permiten al organismo responder de la forma más adaptada posible (Duval et al., 2010). De Elía (2002), sobre el estrés bovino establece que puede generar menor aumento de peso diario, menor producción de leche, pérdida de celos, disminución de la habilidad maternal, entre otros.

3.4.2 Estrés térmico

El estrés térmico se define como el estado fisiológico en el cual un animal es incapaz de mantener su balance térmico interno debido a la interacción entre las condiciones ambientales (temperatura, humedad, radiación solar, viento) y sus propias características fisiológicas y productivas (West, 2003). Este desequilibrio ocurre cuando la carga de calor ambiental supera la capacidad del animal para disipar, provocando alteraciones en su comportamiento, metabolismo, rendimiento y bienestar (Polsky & von Keyserlingk, 2017).

En bovinos de carne, el estrés térmico se manifiesta cuando la temperatura corporal se eleva por encima del rango homeotérmico óptimo (38.5–39.3 °C), afectando funciones vitales como la ingesta, el crecimiento, la reproducción y la inmunidad (Bernabucci et al., 2010). La respuesta al calor incluye un aumento de la frecuencia respiratoria, temperatura superficial y conductas adaptativas como buscar sombra o reducir el pastoreo (Mader et al., 2006).

Desde un punto de vista productivo, el estrés térmico implica una reducción en la eficiencia alimenticia, menor ganancia de peso y alteraciones en la calidad de la carne, lo que impacta directamente en la rentabilidad de los sistemas ganaderos (Brown-Brandl, Eigenberg, et al., 2006).

Gonzalez-Rivas et al. (2020) califican al estrés térmico como uno de los eventos más estresantes en la vida animal, perjudicando así la salud, la productividad y la calidad del producto final. Kouba et al. (2001), Odongo et al. (2006) y Russell (2007, como se citan en Gonzalez-Rivas et al., 2020), establecen que las consecuencias sobre mecanismos fisiológicos pueden ser pérdida de masa muscular, reducción del consumo

de materia seca, siendo este un mecanismo de compensación por la producción de calor metabólico. Además, se da un aumento de consumo de agua para regular las pérdidas dadas por el incremento de la sudoración y jadeo (Marai et al., 2007).

3.4.3 Comportamiento animal en pastoreo

El comportamiento ingestivo, según Phillips (1993, como se cita en Martínez et al., 2002), comprende las actividades de pastoreo, rumia, beber agua, entre otras. Galli et al. (1996) establecen que el tiempo de pastoreo es de 4 a 14 horas al día, concentrándose entre 7 y 11 horas. De Elía (2002) asegura que el período máximo de pastoreo se ubica temprano a la mañana y al anochecer, mientras que a la rumia se le dedica 5 a 9 horas (siendo mayor en la noche), así como 5 a 9 horas de descanso. En cuanto a la ingesta de agua, se realiza de 1 a 4 veces al día.

Afirmando esto, Bavera (2011) plantea que cuando la disponibilidad del recurso agua se encuentra facilitada, los animales suelen concurrir un promedio de 3 a 4 veces al día, pudiendo llegar a un rango de 2 a 7 veces. Cuando aumentan las temperaturas, el intervalo entre visitas disminuye, dándose que, a partir de los 32°C, el intervalo suele acortarse hasta aproximadamente 2 horas. Al mismo tiempo agrega que, en condiciones de producción extensiva, en potreros de grandes dimensiones y a su vez con altas temperaturas, el animal suele priorizar mantenerse a la sombra sobre concurrir al bebedero o aguada, reduciendo así el consumo de agua.

Balocchi et al. (2002), en su trabajo sobre vacas lecheras en pastoreo durante el verano, con y sin suplementación, demuestran cierta distribución de tiempo de pastoreo y rumia, siendo estas las que ocupan mayor porcentaje del tiempo (32,4% y 31,3% respectivamente, y aproximado en sus condiciones de trabajo). Por su parte, Hodgson (1990), en verano también, señaló valores promedios de tiempo en pastoreo de 35,8% y de rumia de 32,5%.

3.4.4 Comportamiento animal frente al estrés térmico

A continuación, se tratarán algunos de los cambios conductuales en los animales que se enfrentan a condiciones predisponentes al estrés térmico.

Además de las estrategias mencionadas en el apartado anterior, frente a una situación de alto ITH existen cambios comportamentales en los animales, como mayor tiempo en áreas con sombra, alinear el cuerpo para reducir la exposición directa al sol, alteraciones en la postura como más tiempo de pie, y chapoteo en bebederos (Blackshaw

& Blackshaw, 1994; Brown-Brandl, Eigenberg et al., 2006; Gaughan et al., 2008; Nienaber et al., 2003; Sullivan et al., 2011).

Suárez et al. (2012) afirman que la actividad del pastoreo termina siendo desfavorecida por el aumento de la temperatura y radiación solar, y más aún si se le suma el efecto de la humedad relativa. Esto lo atribuyen a que, en condiciones de humedad relativa alta, la temperatura aparente del cuerpo del animal puede ser mayor que la temperatura del ambiente porque la transpiración sucede de forma más lenta. Al mismo tiempo, Suárez et al. (2012) también establecen que la variable velocidad del viento presenta una correlación positiva con el tiempo de pastoreo, ya que favorece la pérdida de calor.

Lees et al. (2020) analizaron la influencia de la sombra en el índice de jadeo y respuesta conductual del ganado de engorde a la carga de calor. Observaron que todas las razas estudiadas (Angus, Brahman y Charolais) aumentaron el uso de la sombra (siendo máxima sobre el mediodía), así como el índice de jadeo y el cambio de postura (mayor tiempo de pie) a medida que aumentaba la carga térmica del día, enfatizando la importancia de la provisión de sombra independientemente del genotipo.

Respecto al uso de sombra en pastoreo, Rovira (2012b) estableció que el motivo por el cual el animal hace uso de la misma son las condiciones climáticas que pueden causar un estrés térmico, es decir cuando realmente la necesitan, y no por un factor de interacción social. En uno de sus trabajos en la zona este de Uruguay, el autor comparó animales pastoreando con sombra artificial y sin sombra, durante el verano. En los resultados no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en la ganancia de peso ni en el tiempo de pastoreo, sin embargo, se vio que en los días calurosos el momento de cese y reinicio del pastoreo fue más temprano en animales con sombra (10:00 y 15:30 hs respectivamente). En estos días el pastoreo se concentró sobre la salida y puesta del sol.

Como se mencionó en el apartado 5.4.1, Simeone et al. (2010) realizaron un trabajo similar al mencionado anteriormente durante el verano en días de alta carga térmica, pero orientado al Departamento de Río Negro. Los tratamientos fueron vaquillonas en pastoreo continuo en campo natural con o sin acceso a sombra natural. La observación comportamental constató a partir de las 9:00 hs una reducción del pastoreo en las vaquillonas con acceso a sombra, las cuales 56.8% del tiempo diurno se encontraban pastoreando, mientras que las vaquillonas sin sombra pastorearon un 78.8%

del tiempo. Sin embargo, la ganancia de peso vivo fue mayor en el tratamiento con sombra (0.772 vs. 0.514 kg/día, $p < 0.01$). Los autores atribuyen esta diferencia en la ganancia de peso a la compensación del consumo en el pastoreo nocturno y a un menor estrés térmico, el cual genera un balance energético más favorable.

Por su parte, Batista Taborda (2016), evaluó el comportamiento y la adaptación de bovinos Bonsmara-Hereford en sistemas pastoriles del norte del Uruguay y observó que los animales ajustan su conducta frente a condiciones de estrés térmico, priorizando el uso de sombra y reduciendo el tiempo de pastoreo durante las horas de mayor carga calórica. De forma similar, en la investigación de Inzaurraga Machado y Vera Carrau (2025) sobre el comportamiento en pastoreo de vacas Hereford, Angus y sus cruza durante el verano, se constató que las variaciones ambientales, particularmente el índice de temperatura-humedad, influyen de manera determinante en la conducta animal, independientemente de la raza.

3.4.5 Factores del animal predisponentes al estrés calórico

En cuanto a la diferenciación entre razas, un factor importante es el color del pelaje. Brown-Brandl, Nienaber et al. (2006) encontraron que los cambios comportamentales en días de alta carga térmica fueron adaptados en mayor medida por las razas de pelaje oscuro, viéndose más afectadas por los cambios de temperatura y en las temperaturas máximas que las razas de piel más clara.

En otro trabajo, Yang et al. (2013) determinaron que el ganado Charolais manifestó las menores temperaturas (entre 38,5°C y 38,7°C) corporales en áreas sin sombra, mientras que otras razas con pelaje negro presentaron temperaturas corporales más altas en áreas con y sin sombra (hasta 39°C sin sombra), aumentando de esta manera la vulnerabilidad frente al estrés térmico. Esto podría verse explicado por la menor radiación solar que absorben los pelajes oscuros (menor albedo) en comparación a los claros.

Se cree pertinente mencionar que el impacto del color del pelaje sobre el estrés térmico se ha comprobado principalmente en animales de engorde a corral, siendo los trabajos citados anteriormente un ejemplo de ello, pero la investigación es acotada cuando se trata de ganado en pastoreo.

Mufford et al. (2021) compararon indicadores de comportamiento de estrés calórico en ganado de feedlot y pasturas. Se observó que la tasa respiratoria sí variaba

entre razas en ganado de engorde, pero no lo hizo entre las vacas de pastoreo. Esto se lo atribuye a la inferioridad de la temperatura en las pasturas con respecto a la del corral, entonces el efecto generado por el color del pelaje podría manifestarse sólo si se supera cierto umbral de carga térmica.

Otros factores, además del color del pelaje, fueron determinados como predisponentes por (Brown-Brandl, Eigenberg et al., 2006), estos son la condición corporal y el temperamento. Animales con mayor condición corporal y temperamento nervioso presentaron una tasa respiratoria mayor, siendo éste el indicador fisiológico de estrés utilizado en su experimento.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la cabaña “La Espiga” (lat -32.476468, long -57.926327), en el departamento de Paysandú, Uruguay, en enero del año 2025.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL POTRERO Y ANIMALES UTILIZADOS

Los animales estudiados fueron quince vacas de cría de raza Charolais, las cuales pastoreaban de forma continua un potrero de diez hectáreas, con un tajamar como fuente principal de agua. Cada mañana, a las 6:00 AM, las vacas recibían suplementación con grano de cebada al 1% del peso vivo. La base forrajera correspondía a campo natural, observándose un avanzado enmalezamiento de *Carduus acanthoides*.

Según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (Durán, 1976) el predio está comprendido dentro de la formación Fray Bentos, específicamente en suelos de la Unidad San Manuel, la misma es la que comprende los campos naturales de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, la cual cuenta con diversas evaluaciones de producciones de forraje de campo natural en suelos de este tipo.

Para una serie de 10 años (1990-2000) Boggiano et al. (2005) establecen que campos de bajos ubicados en Unidad San Manuel para el periodo estival relevan producciones que van de 1462 kg MS/ha (20 días de descanso) a 2449 kg MS/ha (80 días de descanso).

A su vez, el potrero del experimento contaba con árboles y arbustos útiles para la provisión de sombra. Debido a esto, las vacas solían pastorear en la zona donde se encontraba la sombra y el tajamar (5 hectáreas), dejando las 5 hectáreas restantes del potrero (del tajamar hacia el sur) sin concurrir durante el período de observación (Figura 2).

Figura 2*Imagen satelital del potrero utilizado para el experimento*

Nota. Elaborada a partir de imágenes de Google Earth (2025).

4.2 MONITOREO COMPORTAMENTAL

Se realizó un monitoreo visual del comportamiento de los animales por un período de tres días (18, 21 y 22 de enero) desde las 7:00 hasta las 18:00 hs. Se implementó un método scanner de monitoreo visual sistemático del rodeo, posterior a la suplementación de la mañana, el cual consistió en registrar cada diez minutos la actividad que estaba en desarrollo en ese momento (pastoreo, sombra, descanso, agua, rumia), así como el número de animales realizando dicha actividad. Para registrar los animales en descanso se tomaron en cuenta únicamente aquellos tumbados al sol y no los que se encontraban a la sombra.

En cuanto a la detección de la actividad rumia, ésta se registró en los animales que se encontraban al sol únicamente ya que, cuando estaban a la sombra se perdía visibilidad debido al alto enmalezamiento previamente mencionado. Además, se trató de mantener una distancia tal que fuera posible observar la actividad y cantidad de animales, y a su vez que esta no interfiriera en su comportamiento.

4.3 ESTIMACIÓN DEL ITH

Finalizada la observación comportamental se recopilieron datos meteorológicos (por día y horario), como velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar y temperatura del aire de los días de evaluación. Esta información corresponde a la estación de INIA Tacuarembó Estación Glencoe, latitud: S 32° 00m 21s [-32.005966], longitud: W57° 08m 01s [-57.133734], altitud 111 metros. Encontrándose a 90 km lineales con orientación noreste desde el establecimiento.

Luego se procedió a realizar el cálculo de ITH (Thom, 1959) para luego calcular el ITH horario ajustado (ITHaj) (Mader et al., 2006), cuyas fórmulas son las siguientes:

- $ITH_{THOM} = (1.8 Ta) + 32 - (0.55 - 0.55 HR/100) \times (1.8 Ta - 26)$
- $ITH_{horario\ ajustado} = 4,51 + ITH - (1,992 \times VV) + (0,0068 \times RAD)$

Donde:

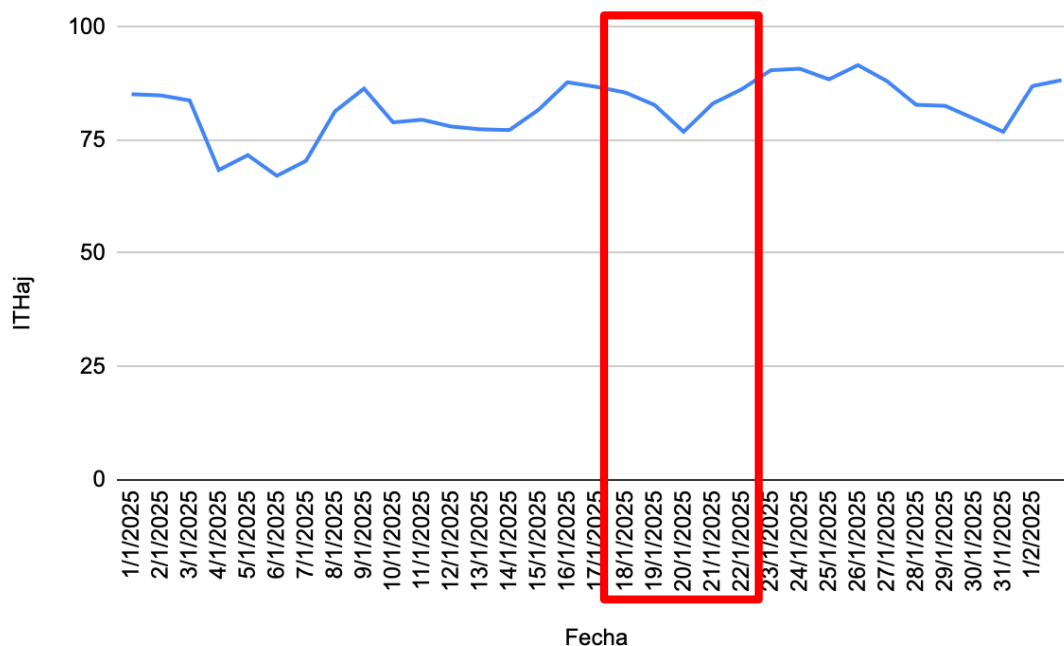
- Ta = temperatura media diaria del aire (°C)
- HR = humedad relativa media diaria del aire (%)
- VV = velocidad media diaria del viento a 2 mts. de altura (m/s)
- RAD = radiación solar diaria (W/m²)

Mader et al. (2006) tomaron como base el Livestock Weather Safety Index (LWSI) y luego aplicaron el ajuste. Los rangos de riesgo de estrés calórico se estratifican en:

- Normal: $ITH_{ajustado} \leq 74$
- Alerta: $74 < ITH_{ajustado} < 78$
- Peligro: $79 \leq ITH_{ajustado} < 84$
- Emergencia: $ITH_{ajustado} \geq 84$

Figura 3

Valores de ITH ajustado (ITHaj), desde el 1/1/25 al 1/2/25



En la Figura 3 se presenta la evolución del ITH ajustado en función de fechas de enero, donde dentro del rectángulo rojo se encuentran los tres días de evaluación. Se observa cómo luego del primer día de evaluación (18/01) el ITHaj comienza a disminuir, aumentando nuevamente su valor hacia los días de observación posteriores (21/01 y 22/01). El ITHaj continúa aumentando hasta unos pocos días después de finalizada la evaluación, alcanzando así los máximos valores del mes de enero.

Tabla 2

Valores de ITH ajustado promedios diarios, obtenidos para cada día de observación

Fecha	ITHaj	
18/01	78	Alerta
21/01	81	Peligro
22/01	80	Peligro

En la Tabla 2 se presentan los valores de ITHaj obtenidos, acompañados de la clasificación de riesgo de estrés calórico previamente descrita. Como se adelantó en la Figura 2, se percibe un aumento de ITHaj del primer día hacia el segundo y tercer día, aumentando el riesgo de estrés calórico de los animales.

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Finalmente se realizaron los análisis estadísticos correspondientes. Las variables de comportamiento en pastoreo (tiempo de pastoreo, rumia y descanso al sol, acceso a la sombra y toma de agua en bebederos) registradas en 15 vacas multíparas de la raza Charolais.

Para evaluar las diferencias en la proporción de animales realizando cada conducta según las categorías de índice de temperatura-humedad ajustado (ITHaj) y los horarios del día, se aplicó un modelo lineal general (ANOVA de dos factores) con interacción.

El modelo estadístico general utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + H_j + (A \times H)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} = proporción de animales observados realizando una determinada conducta, μ = media general, A_i = efecto fijo de la categoría de ITHaj ($i = 1, 2, \dots, n$), H_j = efecto fijo del horario del día ($j = 1, 2, \dots, m$), $(A \times H)_{ij}$ = interacción entre la categoría de ITHaj y el horario, ε_{ijk} = error aleatorio asociado a cada observación, con $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

Las comparaciones múltiples entre niveles se realizaron mediante el test de Tukey con ajuste de significancia. Se calcularon las medias ajustadas \pm error estándar para cada combinación de factores.

Todos los análisis se efectuaron en el software R (versión 4.3.2), utilizando los paquetes *emmeans* y *multcompView*. La significancia de los factores se evaluó mediante pruebas de razón de verosimilitud, y los resultados se presentan como medias ajustadas (\pm error estándar).

Para cada escaneo se calculó la proporción de animales realizando cada actividad sobre el total observado. Estas proporciones fueron modeladas como respuesta a los valores de ITHaj y al día de observación.

Se ajustaron modelos lineales generalizados (GLM) con distribución binomial para cada conducta, considerando como variable dependiente el número de animales en la actividad (*éxitos*) sobre el total de animales observados en el scan (*ensayos*).

Adicionalmente, se exploró el efecto del ITHaj como variable categórica (niveles de riesgo) y como variable continua.

Para evaluar el efecto del índice temperatura-humedad ajustado (ITHaj) sobre la probabilidad de que un animal del rodeo esté realizando una conducta determinada (p. ej. pastoreo, sombra, rumia), se ajustaron modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) con familia binomial, considerando cada registro de *scan* como unidad experimental.

El modelo se formuló de la siguiente manera para la conducta *pastoreo* (análogo para cada conducta analizada):

$$Y_{ij} \sim \text{Binomial}(N_{ij}, p_{ij})$$

$$\text{logit}(p_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \text{ITHaj}_{ij} + \beta_2 \text{Hora}_{ij} + \beta_3 \text{Día}_j + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = número de animales pastoreando en el scan ij del día j (éxitos), N_{ij} = número total de animales observados en el scan ij del día j (ensayos), p_{ij} = probabilidad de que un animal esté realizando la conducta en ese scan, ITHaj_{ij} = valor del índice ITH ajustado correspondiente al horario del scan, Hora_{ij} = efecto horario, Día_j = efecto fijo del día de observación, $b_j \sim N(0, \sigma_b^2)$ = efecto aleatorio de día que modela la dependencia entre scans del mismo día, ε_{ij} = término de error binomial implícito en la familia. β_0 es la ordenada al origen, β_1 representa el efecto del ITHaj, β_2 el efecto del horario del día, β_3 el efecto fijo del día de observación, y b_j es el efecto aleatorio del día, asumido.

Los coeficientes del modelo se estimaron en escala logit y posteriormente se transformaron mediante la función exponencial para obtener razones de probabilidades (odds ratios), facilitando su interpretación biológica.

Un valor de odds ratio (e^{β_1}) mayor que 1 indica un aumento en la probabilidad de ocurrencia de la conducta ante un incremento del ITHaj, mientras que valores menores que 1 reflejan una disminución en dicha probabilidad asociada al aumento del estrés térmico.

En términos prácticos, la magnitud de e^{β_1} permite cuantificar el efecto térmico sobre la conducta animal. Por ejemplo, un valor de 0,75 implica que, por cada unidad de aumento

en el ITHaj, la probabilidad de pastoreo disminuye en un 25 %, mientras que un valor de 1,25 indica un incremento del 25 % en dicha probabilidad. Este tipo de interpretación es extensible a las demás conductas analizadas (rumia, descanso, búsqueda de sombra, entre otras), permitiendo comprender cómo las condiciones térmicas influyen en el comportamiento de los bovinos.

Con el objetivo de evaluar la relación lineal entre las variables ambientales y las conductas de los animales, se realizó un análisis de correlación de Pearson. Se analizaron las asociaciones entre el índice temperatura-humedad ajustado (ITHaj) y las proporciones de animales realizando cada conducta de interés (pastoreo, rumia, descanso al sol, uso de sombra y consumo de agua en bebederos).

Para cada escaneo de observación, se calculó la proporción de animales que presentaban cada conducta respecto del total de animales observados. Estas proporciones, junto con los valores correspondientes de ITHaj registrados en el mismo horario, se utilizaron como variables continuas en el análisis de correlación.

El coeficiente de correlación de Pearson (r) se calculó para cada par de variables, asumiendo una relación lineal entre ellas. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad mediante inspección gráfica (histogramas y gráficos de dispersión) y pruebas estadísticas cuando fue pertinente. En los casos en que las variables no cumplieron estrictamente con el supuesto de normalidad, el análisis se consideró de carácter exploratorio.

La significancia estadística de los coeficientes de correlación se evaluó mediante pruebas bilaterales, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los valores de r se interpretaron en función de su magnitud y signo, donde valores cercanos a 1 o -1 indican una asociación lineal fuerte positiva o negativa, respectivamente, mientras que valores próximos a 0 indican una asociación débil o nula.

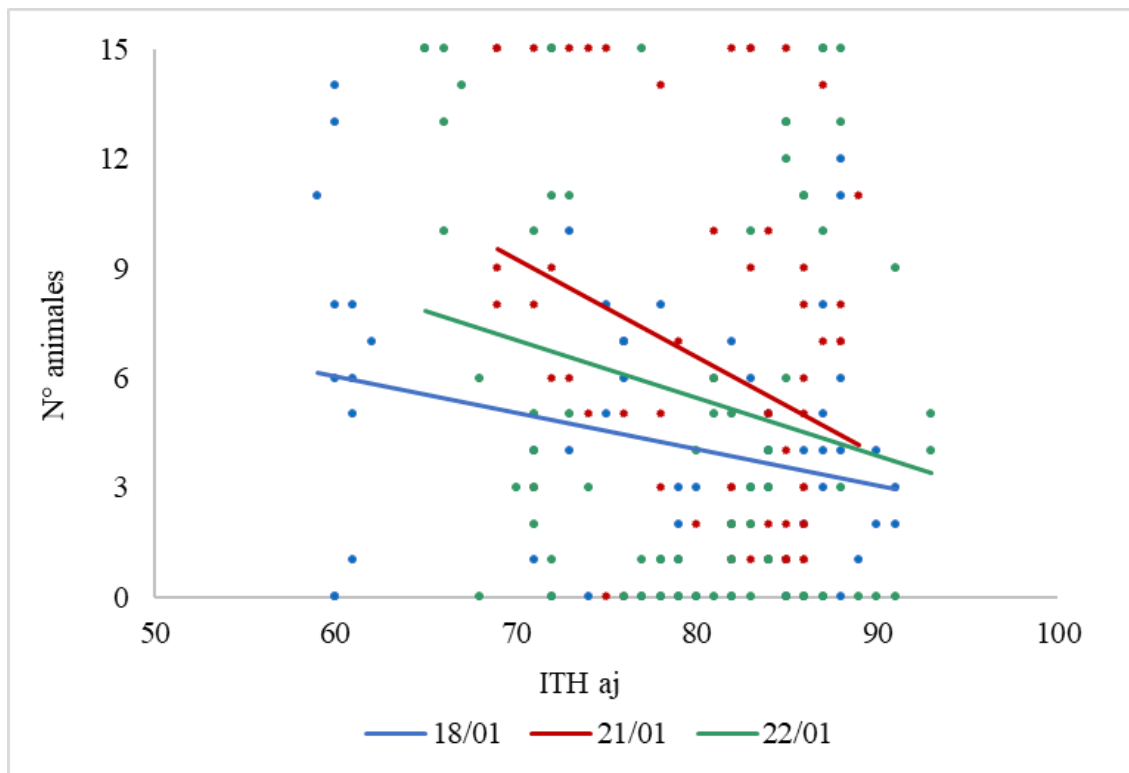
Todos los análisis de correlación se realizaron utilizando el software, empleando la función `cor.test()` del paquete `base stats`. Los resultados se presentan como coeficientes de correlación de Pearson (r) acompañados de sus respectivos valores de p .

5. RESULTADOS

En las siguientes figuras se presentan las distintas líneas de tendencia de cada comportamiento (registrado mediante el número de animales) en función de distintos niveles de ITH ajustado. Cada punto dentro de la gráfica representa una medición, cada color representa un día distinto.

Figura 4

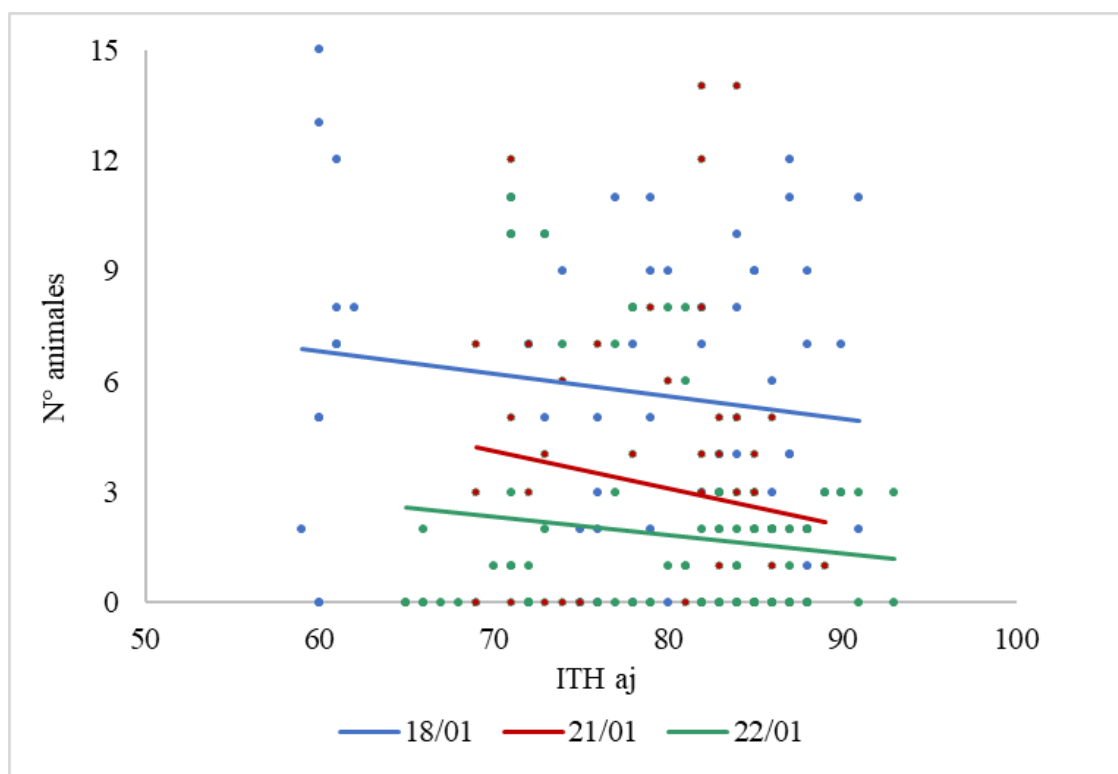
Líneas de tendencia del número de animales en pastoreo según ITH ajustado y fecha



En la Figura 4 se puede destacar en los tres días de observación del comportamiento una disminución del número de animales en pastoreo a medida que aumenta el ITHaj. En el día 2 se denota una mayor disminución de la actividad del pastoreo según el aumento del ITHaj, a pesar de que no se presentan diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0.05$) entre días y disminución de la actividad por aumento del ITHaj.

Figura 5

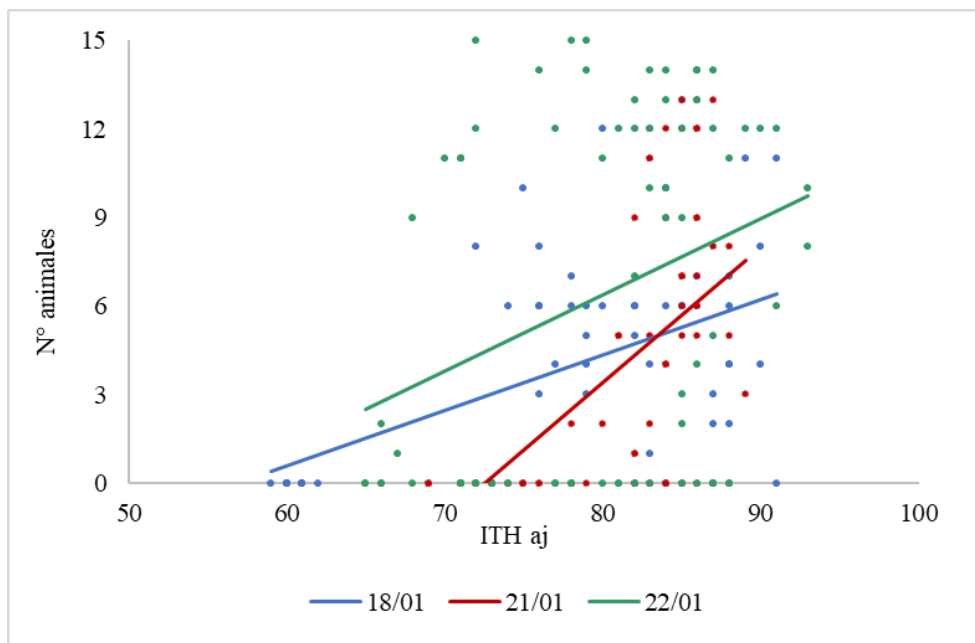
Líneas de tendencia del número de animales en descanso según ITH ajustado y fecha



Para el caso de la Figura 5, se observa un leve descenso de los animales en descanso para los días 1 y 3 cuando los valores de ITHaj alcanzan mayores niveles, y un descenso más acentuado para el día 2, siendo el día de mayor ITHaj. Igualmente, se concluye que el descanso no se ve afectado por el aumento del índice, ya que tomando en cuenta el análisis estadístico, se ve que no hay diferencias significativas entre días ($p\text{-valor} > 0.05$) y entre descanso asociado a ITH ajustado.

Figura 6

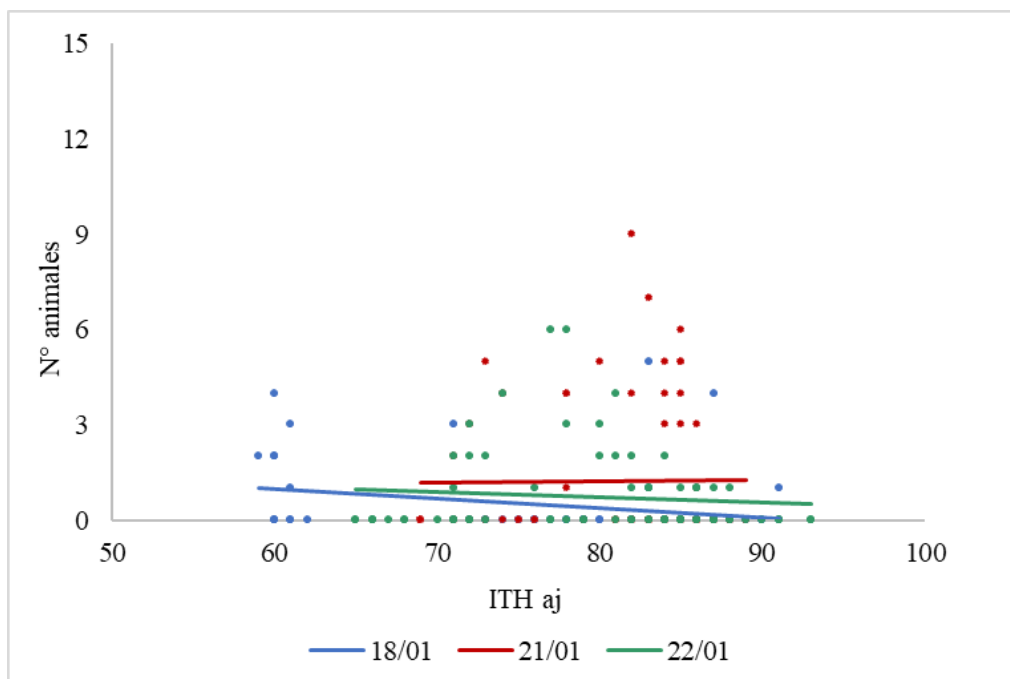
Líneas de tendencia del número de animales a la sombra según ITH ajustado y fecha



Se aprecia un aumento del número de animales a la sombra a medida que el valor del índice aumenta (p -valor < 0.05), en la totalidad de los días (Figura 6). En el día 21/01 se ve un incremento mayor (mayor pendiente) que en el resto, indicando que por cada aumento del valor del ITHaj, más animales modificaban su comportamiento hacia el uso de sombra.

Figura 7

Líneas de tendencia del número de animales rumiando según ITH ajustado y fecha

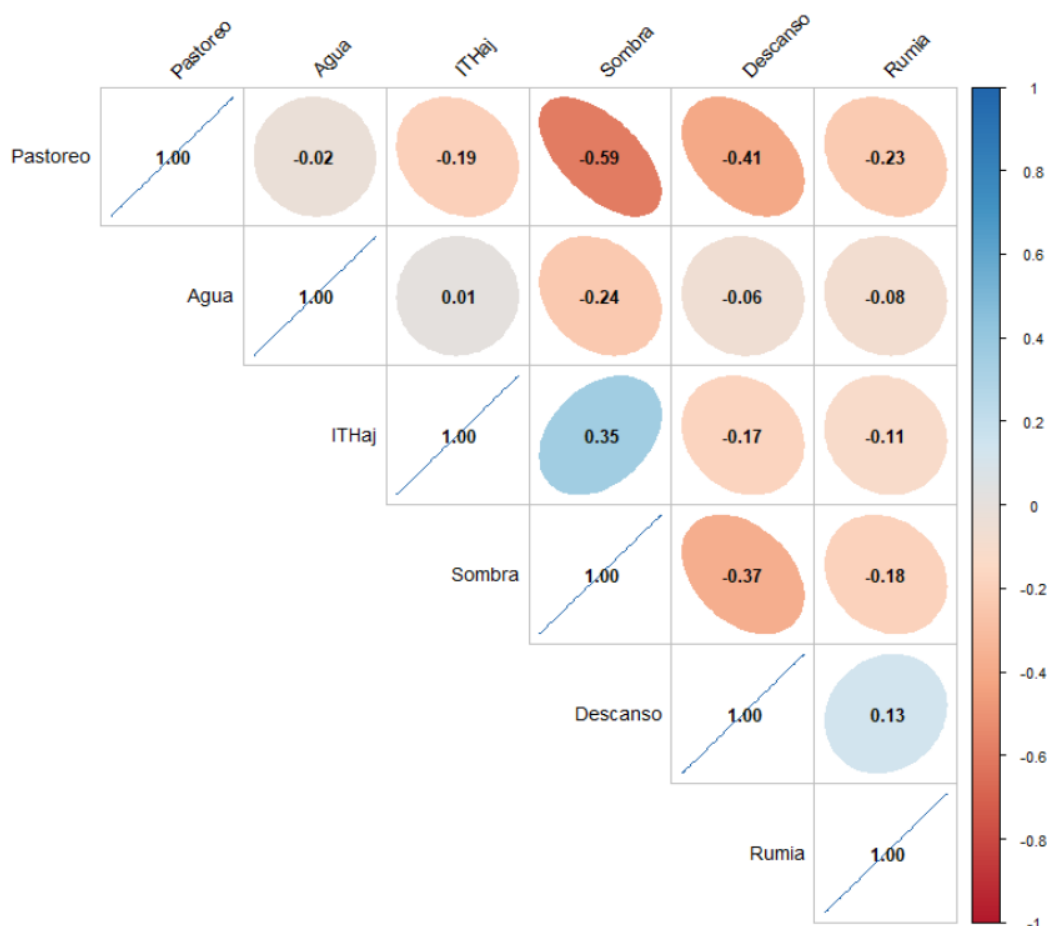


Si bien no se distingue una tendencia clara en la Figura 7, existe una leve caída de la línea de tendencia a medida que aumenta el ITHaj, especialmente en los rangos más altos del índice y en los días 18 y 22. Sin embargo, en el análisis estadístico no se detectaron diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0.05$) ni entre días ni entre el comportamiento según ITH ajustado.

En la Figura 8 se presentan las correlaciones entre el ITH ajustado y los comportamientos observados en los animales. Con colores más rojizos se muestran las correlaciones negativas (al aumentar un factor el otro disminuye), mientras que en colores azulados se ven las correlaciones positivas (cuando un factor aumenta el otro también). La forma de elipse indica la fuerza de la correlación, cuanto más alargada mayor correlación habrá entre los factores, en tanto, cuanto más dispersa es viceversa.

Figura 8

Correlaciones entre ITH ajustado y comportamientos

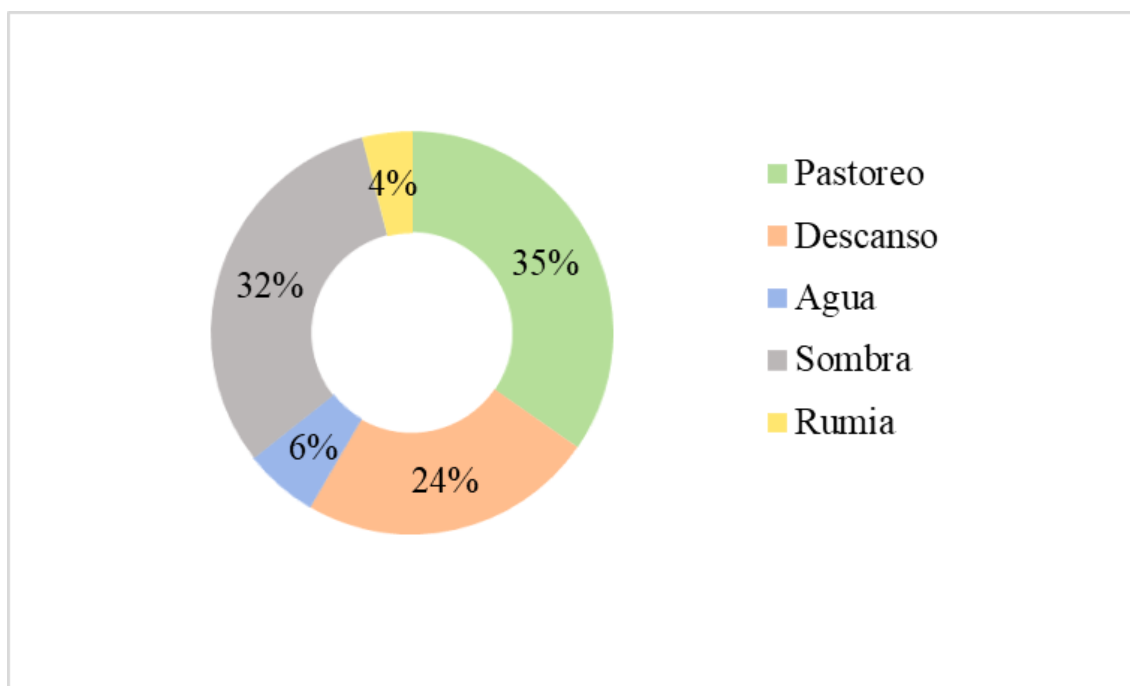


Se destaca una fuerte correlación negativa entre la sombra y el pastoreo, es decir que cuando hay mayor uso de sombra disminuye el tiempo en pastoreo y viceversa,

mientras que entre pastoreo y descanso existe una moderada correlación negativa, indicando lo mencionado previamente, pero con menor fuerza. Entre ITHaj y sombra se observa una correlación positiva, mostrando que con el aumento del ITHaj aumenta el uso de sombra. Otra observación a destacar es la correlación ITHaj-pastoreo e ITHaj-descanso, siendo negativa y débil, que igualmente muestra cómo al aumentar el ITHaj disminuye el tiempo en pastoreo y descanso. Por otra parte, se cuantificó una correlación negativa de menor fuerza entre agua y sombra, mostrando una sustitución entre ambas actividades. Además, en aquellos factores donde el número es cercano a 0, colores beige (entre agua- pastoreo o entre ITH ajustado-agua) se determina que no existe correlación.

Figura 9

Tiempo diario (%) que se dedica a cada actividad, en promedio de los tres días



En la Figura 9 se observa la distribución del tiempo diario que las vacas destinaron a las diferentes actividades registradas durante el período de observación.

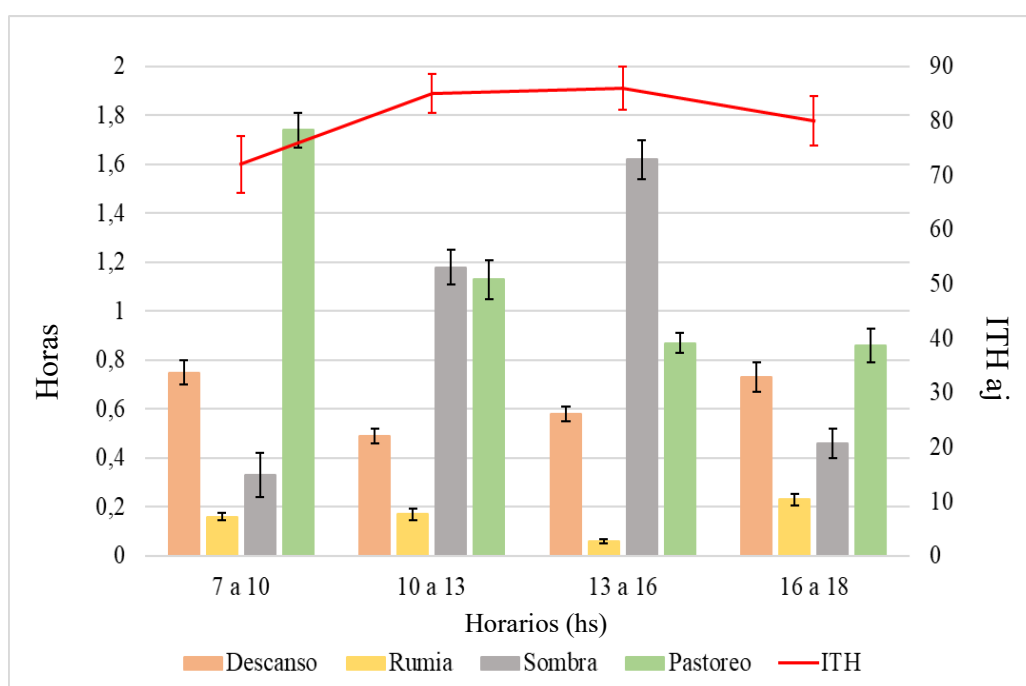
Las conductas que ocuparon mayor proporción del tiempo fueron el pastoreo (35 %) y la permanencia en la sombra (32 %), evidenciando una tendencia de uso equilibrado entre ambas actividades. Esto sugiere que, bajo las condiciones ambientales del estudio, las vacas alternaron entre la búsqueda de alimento y estrategias de termorregulación conductual, como el uso de sombra, para mitigar el efecto del calor.

En segundo lugar, el descanso al sol representó un 24 % del tiempo diario, lo cual indica que, además de los períodos de alimentación y resguardo, los animales dedicaron una fracción considerable del día a actividades de reposo, posiblemente vinculadas con la conservación de energía bajo condiciones de estrés térmico moderado. Las actividades de consumo de agua (6 %) y rumia (4 %) mostraron una menor proporción relativa.

En conjunto, estos resultados reflejan un comportamiento adaptativo frente a la carga térmica ambiental, en el cual los animales priorizan las actividades esenciales, pastoreo y búsqueda de sombra, ajustando el resto de su presupuesto de tiempo para mantener el confort térmico y la homeostasis fisiológica.

Figura 10

Duración de cada actividad (horas), e ITH ajustado, promedio de tres días, según divisiones horarias



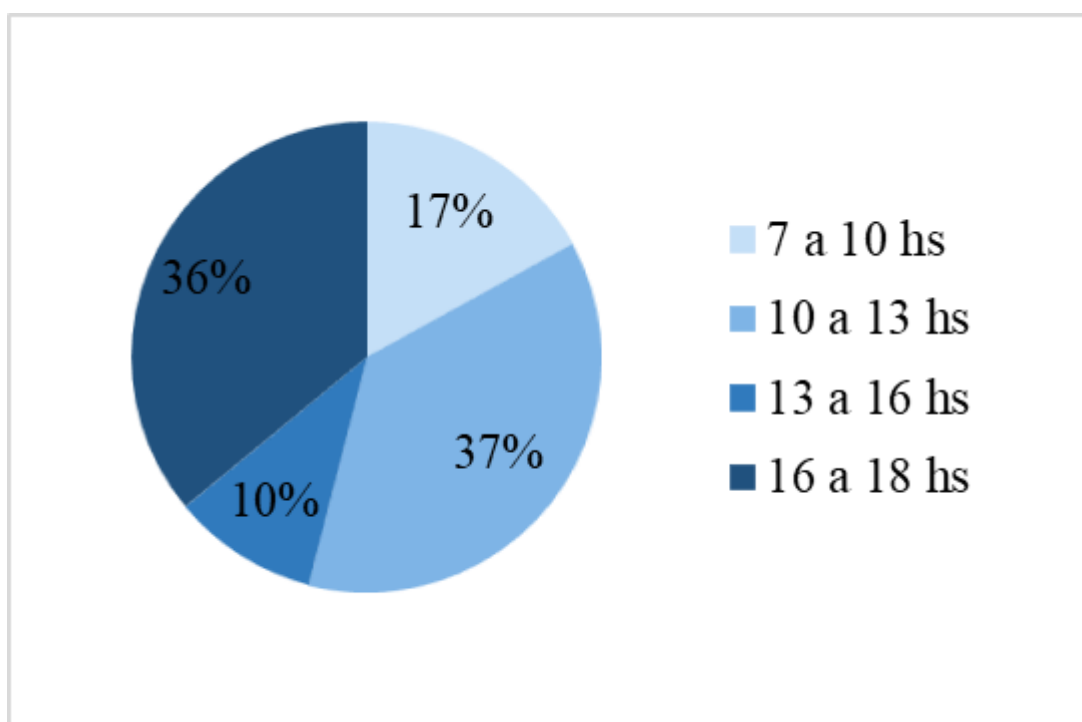
En la Figura 10 se observa que en promedio de los tres días los ITHaj máximos se dan en los horarios del mediodía (10 a 13 hs) y la tarde (13 a 16 hs), mientras que los mínimos corresponden a la mañana (7 a 10 hs). Se puede apreciar también que a medida que aumenta el ITHaj disminuye el tiempo en pastoreo y aumenta el tiempo en la sombra, como se presentó previamente. El ITHaj máximo coincide entonces con la mayor cantidad de tiempo dedicada a la permanencia en la sombra. Por su parte, el mayor tiempo de pastoreo se constató durante la mañana, cuando el valor del ITHaj era el mínimo.

La actividad de descanso al sol se mantiene relativamente constante durante el período de observación, a excepción del horario del mediodía y la tarde, donde es menor. A su vez, de 13 a 16 hs la rumia también resultó en menor duración que el resto de los horarios.

Mediante esta gráfica se podría determinar un promedio total de horas destinado a cada actividad en el tiempo de observación, siendo estas: para pastoreo 4,6 horas, para descanso al sol 2,6 horas, para rumia 0,6 horas, sombra 3,6 horas y agua unas 0,4 horas.

Figura 11

Proporción diaria promedio de la actividad de agua, dividida por horarios, promedio de tres días



En la Figura 11, se evidencia como las mayores recurrencias al agua acontecen durante el mediodía (de 10 a 13 horas) y la tarde avanzada (de 16 a 18 horas).

Tabla 3

Frecuencia de concurrencia al agua y minutos totales, en cada día de observación

	Frecuencia diaria	Minutos de visita totales
18/01/25	2	25
21/01/25	4	27
22/01/25	3	31

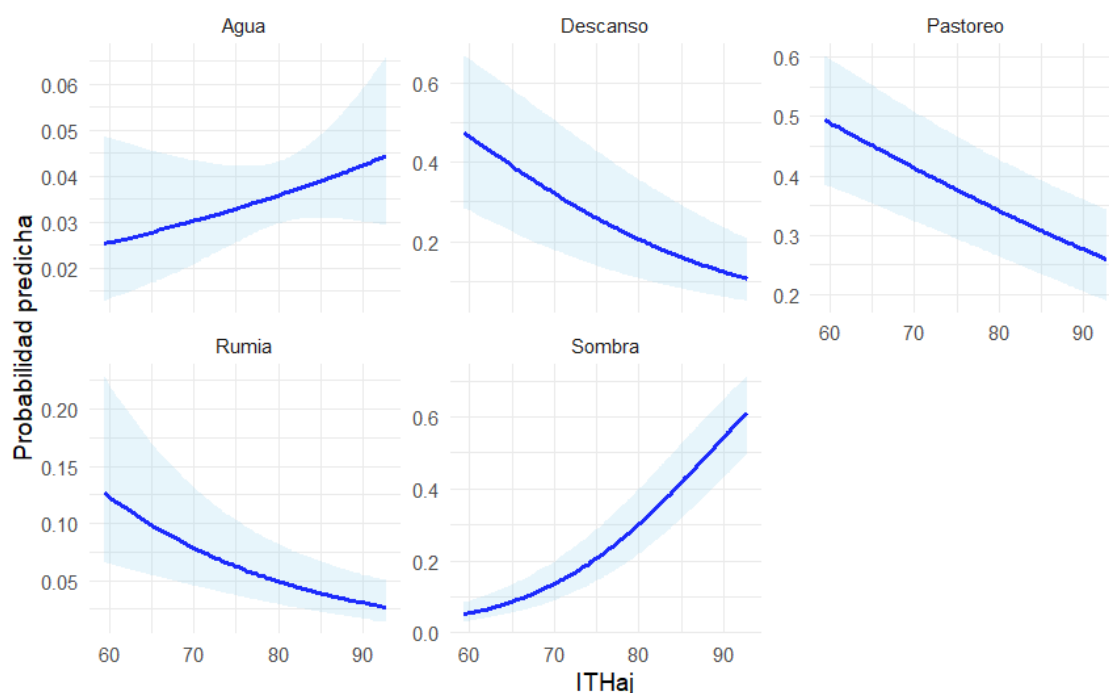
La Tabla 3 demuestra la frecuencia diaria de visita al agua por parte de los animales, demostrando como el segundo día de medición se dieron la mayor cantidad de visitas, pero el tercer día fue el que presentó mayor cantidad de minutos de visita totales en el día.

La Figura 12 muestra la probabilidad predicha de distintas conductas bovinas para una muestra a gran escala de la raza Charolais (pastoreo, descanso, rumia, acceso a la sombra y al agua) en función del ITHaj. Las líneas representan las predicciones del modelo, mientras que las bandas sombreadas indican el intervalo de confianza del 95%.

Se observa que el aumento del ITHaj se asocia con una disminución en la probabilidad de pastoreo y rumia, mientras que el descanso tiende a incrementarse ligeramente, reflejando ajustes conductuales de los animales frente al estrés térmico. Cada conducta se presenta en facetas independientes, con escalas adaptadas a su rango de valores.

Figura 12

Predicciones de comportamiento animal frente a variaciones de ITHaj



El comportamiento de los bovinos de la raza Charolais se ve influenciado tanto por el estrés térmico, medido mediante ITHaj, como por la hora del día. El pastoreo disminuye significativamente con el aumento del ITHaj ($OR = 0.97$) y a medida que avanza el día ($OR = 0.91$), lo que indica que los animales pastorean menos bajo

condiciones de calor intenso y durante las horas más avanzadas del día, evidenciando la sensibilidad de la actividad productiva al estrés térmico.

Por su parte, el descanso disminuye con el ITHaj ($OR = 0.94$), sugiriendo que, frente al calor, los animales priorizan actividades como la búsqueda de sombra o agua.

La rumia también se ve afectada por el calor, disminuyendo con ITHaj ($OR = 0.95$) pero aumentando con la hora ($OR = 1.07$), lo que refleja un desplazamiento temporal de la rumia hacia momentos más favorables del día.

La búsqueda de sombra aumenta fuertemente con ITHaj ($OR = 1.11$) y no muestra un efecto significativo de la hora, evidenciando que la sombra es una estrategia directa frente al calor.

Finalmente, el consumo de agua no presentó efectos significativos ni del ITHaj ni de la hora, probablemente debido a que es un evento breve y de baja frecuencia; sin embargo, la tendencia positiva con el ITHaj sugiere que podría incrementarse bajo condiciones de calor, aunque no fue estadísticamente detectable.

6. DISCUSIÓN

En base a las categorías de índice de temperatura y humedad propuestas por Mader et al. (2006), se pudo demostrar que durante los días evaluados los animales se encontraron bajo el efecto del estrés térmico.

En cuanto al comportamiento ingestivo, el pastoreo se vio reducido frente a un aumento del ITHaj. Estos datos coinciden con lo observado por Suárez et al. (2012), sobre la correlación negativa entre tiempo de pastoreo y la temperatura, radiación solar y humedad relativa (siendo esto análogo a un aumento del ITHaj). El tiempo de pastoreo diurno promedio fue de 4,6 horas, teniendo en cuenta lo mencionado por Galli et al. (1996) acerca de unas 7 - 11 horas de duración de tiempo de pastoreo, se podría pensar que los animales utilizaron la noche para compensar las horas faltantes de esta actividad. Acerca del descanso, los mismos autores plantean una duración de 5 a 9 horas diarias, sin embargo, ya que en este trabajo se observó el descanso al sol, se determinaron 2,6 horas, podría ser que durante las horas del atardecer y noche aumenten sus horas de descanso.

Al mismo tiempo, De Elía (2002) afirma que los animales concentran el pastoreo en la mañana y el atardecer, cuando la carga calórica es menor. Respecto a esto, si bien en este trabajo el pastoreo fue máximo en la mañana, no se observaron diferencias en el tiempo de pastoreo entre la tarde y la tarde avanzada, pero esta actividad fue la de mayor proporción en el total de horas de la tarde avanzada, mostrando la tendencia de aumento de pastoreo hacia el atardecer cuando se registran menores niveles de ITHaj (Figura 10).

En el trabajo realizado por Balocchi et al. (2002) y en otro trabajo de Hodgson (1990), ambos plantean que el tiempo destinado a pastoreo en verano se encuentra entre 32,4% y 35,8% de la duración total del día. En los resultados obtenidos en este trabajo los porcentajes de la actividad se encuentran en 35%, encontrándose dentro del rango mencionado. Se considera que los datos de rumia presentados por los autores previamente mencionados de 31,3% y de 32,5% se pueden ver afectados porque, como menciona De Elía (2002), la rumia es una actividad que se realiza en mayor proporción en la noche, momento donde no se realizaron mediciones. Además, ante la imposibilidad de registrar la rumia en animales a la sombra, los datos tenderían a ser menores. Este patrón es consistente con lo reportado en la literatura para bovinos en pastoreo durante condiciones cálidas, donde el aumento del ITH y la radiación solar tienden a reducir el tiempo destinado a rumia y a modificar la frecuencia de acceso al agua (Mader et al., 2006).

En relación con la permanencia en la sombra, se comprueba lo planteado por Lees et al. (2020) y Simeone et al. (2010), acerca de que la correlación entre carga térmica y sombra es positiva, mostrando cómo en el horario de máximo ITHaj (13 a 16 hs), se destina mayor tiempo a permanecer en áreas sombreadas.

La frecuencia hacia bebederos o aguadas coincide con lo mencionado por De Elía (2002) para animales pastoreando en condiciones normales de temperatura. Debido a que los animales se encontraron bajo condiciones de estrés térmico, se podría esperar una mayor concurrencia al agua. Lo que pudo haber sucedido es una preferencia a la permanencia en la sombra sobre el traslado hasta el tajamar, tal y como establece Bavera (2011). Esto también podría explicar la menor proporción de tiempo dedicada a la actividad de beber agua o refrescarse en los horarios de mayor ITHaj, comprobando la nula correlación entre el agua y el ITHaj (demostrado por la Figura 8).

En la figura 8 se confirma lo establecido por Bavera (2011), se denota una sustitución de la búsqueda de agua por permanencia a la sombra, esto está dado por la correlación negativa entre ambos comportamientos. Sumado a esto, se destacan también la correlación negativa entre ITH ajustado y pastoreo y la correlación positiva entre ITH ajustado y sombra, estos factores presentan concordancia con Batista Taborda (2016) e Inzaurraga Machado y Vera Carrau (2025) quienes establecen una disminución del tiempo destinado al pastoreo y un aumento en la permanencia a la sombra a medida que se incrementa el ITHaj, a pesar de tratarse de diferentes razas.

Frente al planteo de un rodeo de mayor magnitud (Figura 12), se observó cómo el comportamiento conjunto coincidiría con lo planteado por Suárez et al. (2012), que el pastoreo se ve desfavorecido por el aumento de ITHaj y el avance del día. El descanso disminuye con el aumento de ITHaj porque el rodeo prioriza la permanencia en sombra, o la búsqueda de agua, pero cuando es más tarde en el día el descanso aumenta, esto dado por cuantificación del descanso como el animal tumbado al sol únicamente y no a la sombra. La rumia se vio “desplazada” a momentos más favorables del día, como hace referencia De Elía (2002), planteando a estos momentos como aquellos más cerca del anochecer. Muestra también como la frecuencia de visita a la sombra aumenta con el aumento de ITHaj, siendo este un comportamiento normal frente al aumento de temperatura y al avance del día, como menciona Bavera (2011).

Si este experimento se realizara en las mismas condiciones, con razas de pelaje oscuro, se cree que se podría esperar según lo sugerido por Brown-Brandl, Eigenberg et al. (2006), mayores ajustes comportamentales para enfrentar el estrés térmico.

7. CONCLUSIONES

El estudio demuestra que el comportamiento de las vacas Charolais presenta sensibilidad a las variaciones térmicas: a medida que aumenta el ITHaj, se observa una reducción significativa del tiempo destinado al pastoreo y una mayor permanencia en zonas de sombra, evidenciando la prioridad de estrategias conductuales de termorregulación frente a la búsqueda de alimento. Asimismo, la rumia y el descanso al sol disminuyen bajo condiciones de mayor carga térmica, lo que sugiere un ajuste adaptativo del presupuesto temporal diario para mantener el equilibrio térmico y fisiológico.

Estas respuestas reflejan la capacidad del ganado para modificar su comportamiento frente al calor, aunque implican una pérdida potencial de eficiencia alimenticia y productiva durante los períodos de mayor estrés térmico. En este sentido, los resultados destacan la necesidad de incorporar el componente ambiental en la planificación del manejo diario, especialmente en regiones subtropicales como el litoral norte de Uruguay. Por este motivo, se destaca el valor del monitoreo del ITHaj como herramienta de apoyo para la toma de decisiones en sistemas pastoriles. Su aplicación permite identificar momentos críticos del día en los cuales las condiciones ambientales superan los umbrales de confort térmico, afectando el bienestar y la eficiencia productiva de los animales.

Se recomienda fortalecer las estrategias de mitigación del estrés térmico, tales como la provisión de sombra natural o artificial adecuada y el acceso permanente a agua fresca. A su vez, los hallazgos respaldan la importancia de seleccionar biotipos animales más resilientes al calor, capaces de mantener su comportamiento productivo bajo condiciones ambientales desafiantes.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Charolaise, Charbray y sus Cruces. (2017). *Catálogo toros Charoláis 2017*. <https://asocharolaise-charbray.com/wp-content/uploads/2017/04/catalogo-toros-asocharolais-2017-2.pdf>
- Balocchi, O., Pulido, R., & Fernández, J. (2002). Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Agricultura Técnica*, 62(1), 87-98. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072002000100009>
- Batista Taborda, P. A. (2016). *Expresión de características de adaptación, crecimiento y comportamiento en la craza Bonsmara-Hereford en sistemas pastoriles del Uruguay* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/27714>
- Bavera, G. A. (2011). *Aguas y aguadas para el ganado* (4ª ed.). Imberti-Bavera. https://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/76-Aguas_y_Aguadas_4a_CD.pdf
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4(7), 1167-1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>
- Bianchi Pol, M. V., & Caprioli Barere, V. (1995). *Relevamiento a nivel nacional de la raza Charolais* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Blackshaw J. K., & Blackshaw A. W. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(2), 285-295. https://www.researchgate.net/publication/248890967_Heat_stress_in_cattle_and_the_effect_of_shade_on_production_and_behaviour_a_review
- Boggiano, P., Zanoniani, G., & Millot, C. (2005). Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. En R. Gómez Miller & M. M. Albicette (Eds.), *Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural* (pp. 105-113). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2896/1/15630021107142110.pdf>

- Brown-Brandl, T. M., Eigenberg, R. A., & Nienaber, J. A. (2006). Heat stress risk factors of feedlot heifers. *Livestock Science*, 105(1-3), 57-68.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.025>
- Brown-Brandl, T. M., Nienaber, J. A., Eigenberg, R. A., Mader, T. L., Morrow, J. L., & Dailey, J. W. (2006). Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds". *Livestock Science*, 105, 19-26.
<https://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/1>
- Chavarrías, M. (2009, 21 de octubre). *Bienestar animal y calidad alimentaria*.
<https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/bienestar-animal-y-calidad-alimentaria.html>
- Cruz, G., & Saravia C. (2008). Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera. *Agrociencia (Uruguay)*, 12(1), 56-60.
- De Elía, M. (2002). *Etología y comportamiento del bovino*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienes_tar/etologia_bovinos/45-etologia_y_comportamiento.pdf
- Del Campo, M. (2012). Sistemas ganaderos responsables con el bienestar animal y la ética de producción. En P. J. Rovira (Ed.), *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay* (pp. 1-2). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2549/1/18429301012120420.pdf#page=18>
- Durán, A. (Coord.). (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay* [Mapa]. MGAP. https://descargas.mgap.gub.uy/DGRN/Comunicaciones/1619_carta_de_reconocimiento_de_suelos_del_uruguay_1.1.000.000_imprimir_a0_0.pdf
- Duval, F., González, F., & Rabia, H. (2010). Neurobiología del estrés. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 48(4), 307-318. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272010000500006>
- Engormix. (2023). *La raza de ganado Charolais. Historia y características* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=7hcGJ6_t_qQ

- Galli, J. R., Cangiano, C. A., & Fernández, H. H. (1996). *Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf
- Gaughan, J. B., Mader, T. L., & Holt, S. M. (2008). Cooling and feeding strategies to reduce heat load of grain-fed beef cattle in intensive housing. *Livestock Science*, 113(2-3), 226-233. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.03.014>
- Gonzalez-Rivas, P. A., Chauhan, S. S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F. R., & Warner, R. D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162, Artículo e108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Google Earth. (2025). [Establecimiento “La Espiga”, Paysandú, Uruguay, Mapa]. Recuperado el 3 de noviembre de 2025, de https://earth.google.com/web/@-32.48403631,-57.91311074,54.99922665a,2074.77708415d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAGgBOgMKATBCAggASggIwtiV7wIQAA?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: Science into practice*. Longman.
- Inzaurraga Machado, A., & Vera Carrau, M. M. (2025). *Análisis comparativo del comportamiento en pastoreo de vacas Hereford, Angus y sus cruas durante el verano en un sistema pastoril del litoral uruguayo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/52284>
- Johnson, H., Kibler, H., Ragsdale, A., Berry, I., & Shanklin, M. (1961). Manufacturing section: Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. *Journal of Dairy Science*, 44(6), 1151-1212.
- Koch, R. M., Cundiff, L. V., & Gregory, K. E. (1989). Beef cattle breed resource utilization. *Revista Brasileira de Genética*, 12(suppl. 3), 55-80. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19890175145>
- Las razas bovinas que lideran la ganadería uruguaya*. (2024). Victorica & Asociados. <https://victorica.com.uy/razas-bovinas-que-lideran-la-ganaderia-uruguaya/>

- Lees, A. M., Lees, J. C., Sejian, V., Sullivan, M. L., & Gaughan, J. B. (2020). Influence of shade on panting score and behavioural responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* feedlot cattle to heat load. *Animal Production Science*, 60(2), 305-315. <https://doi.org/10.1071/AN19013>
- Mader, T., Davis, M., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712-719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep: A review. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- Martínez, E. D., Pulido, R. G., & Latrille, L. (2002). Efecto de la paja de trigo tratada con álcali sobre el consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas lecheras. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 34(2), 199-212. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2002000200006>
- Mufford, J. T., Reudink, M.W., Rakobowchuk, M., Carlyle, C. N., & Church, J. S. (2021). Using unmanned aerial vehicles to record behavioral and physiological indicators of heat stress in cattle on feedlot and pasture. *Canadian Journal of Animal Science*, 102(1), 1-8. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0125>
- Nienaber, J. A., Hahn, G. L., Brown-Brandl, T. M., & Eigenberg, R. A. (2003). Heat stress climatic conditions and the physiological responses of cattle. En K. Janni (Ed.), *Fifth International Dairy Housing Conference* (pp. 255-262). ASAE. <https://doi.org/10.13031/2013.11629>
- Petrini, A., & Wilson, D. (2005). Philosophy, policy and procedures of the World Organisation for Animal Health for the development of standards in animal welfare. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 24(2), 665-671. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16358517/>
- Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. G. (2017). Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>

- Rovira, P. J. (2012a). Antecedentes. En P. J. Rovira (Ed.), *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay* (pp. 3-9). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2549/1/18429301012120420.pdf#page=18>
- Rovira, P. J. (2012b). Efecto de la sombra en el desempeño productivo, conducta y tasa respiratoria de novillos en pastoreo: Efecto de la disponibilidad de sombra en la ganancia de peso y conducta de novillos sobre sudangras. En P. J. Rovira (Ed.), *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay* (pp. 37-44). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2549/1/18429301012120420.pdf#page=18>
- Rovira, P. J., & Velazco, J. I. (2007). Sombra: Buena para el ganado, mejor para el productor: Engorde de novillos durante el verano. *Revista INIA*, (13), 2-5. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4822/1/revista-INIA-13.pdf>
- Rovira, P. J., & Velazco, J. I. (2008). Cuantificando el estrés calórico en vacunos en pastoreo. *Revista INIA*, (16), 10-13. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5224/1/revista-INIA-16-Rovira.pdf>
- Scarsi, J. C. (1991). Experimentos con cruzamientos en el Uruguay. En D. Gianola (Ed.), *Foro Mejoramiento Genético Animal en el Uruguay: En vísperas del Mercosur* (pp. 26-28). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8300/1/111219220807115721-p.26-28.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J. C., Cortazzo, D., & Viera, G. (2010). La problemática del verano en la recría y engorde de ganado de carne en condiciones de pastoreo y de corral. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *12ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Ganadería a pasto, feedlot e Industria Frigorífica: ¿Es posible una integración de tipo ganar-ganar en la cadena de la carne?* (pp. 56-63). UPIC.

- Suárez, E., Reza, S., Díaz, E., García, F., Pastrana, I., Cuadrado, H., & Espinosa, M. (2012). Efectos de las condiciones ambientales sobre el comportamiento ingestivo en bovinos de carne en un sistema intensivo en el Valle del Sinú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 207-212.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062012000200012&lng=en&tlng=es
- Sullivan, M. L., Cawdell-Smith, A. J., Mader, T. L., & Gaughan, J. B. (2011). Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 89(9), 2911-2925. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3152>
- Thom, E. C. (1959). The Discomfort Index. *Weatherwise*, 12(2), 57-61.
<https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>
- Trotti, D., Nussberger, S., Volterra, A., & Hedger, M. A. (1997). Differential modulation of the uptake currents by redox interconversion of cysteine residues in the human neuronal glutamate transporter EAAC1. *European Journal of Neuroscience*, 9(10), 2207-2212. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.1997.tb01388.x>
- West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131-2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)
- Yang, F., Parkhurst, A. M., Lee, C. N., Brown-Brandl, T. M., & Hillman, P. E. (2013). Using functional data analysis to evaluate effect of shade on body temperature of feedlot heifers during environmental heat stress. En W. Song (Ed.), *Conference on Applied Statistics in Agriculture* (pp. 168-183).
<https://doi.org/10.4148/2475-7772.1022>