UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

COMPORTAMIENTO DE AMAMANTAMIENTO EN TERNEROS ANGUS, HEREFORD Y CRUZAS BAJO UN SISTEMA PASTORIL MEJORADO EN EL LITORAL OESTE DEL URUGUAY

por

Juan Francisco DE LEÓN VEDOVATTI
Sergio Maximiliano GASAÑOL ARCE

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2026

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
"Creative Commons **Reconocimiento**".



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Directora: _____

Ing. Agr. (Dra.) Paula Batista

Codirectora:

_____

Ing. Agr. (Dra.) Ana Espasandin

Tribunal:

_____

Biol. (Dra.) Noelia Zambra

_____

DCV. (Dr.) Alberto Casal

_____

Ing. Agr. (Dra.) Paula Batista

Fecha: 16 de octubre de 2026

Estudiantes: _____

Juan Francisco De León Vedovatti

_____

Sergio Maximiliano Gasañol Arce

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente a Paula Batista y Ana Espasandin por su acompañamiento, guía y dedicación a lo largo de todo el desarrollo de esta tesis. Su apoyo constante y sus aportes fueron fundamentales para poder concretar este trabajo.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al establecimiento “El Cardo”, por permitirnos realizar las observaciones de campo y facilitarnos el acceso a los animales y las instalaciones necesarias para llevar adelante este estudio.

También queremos reconocer a quienes formaron parte de nuestro proceso de formación a lo largo de toda la carrera, desde docentes hasta técnicos y compañeros, que de distintas formas contribuyeron a nuestro aprendizaje.

Por último, a nuestras familias y amistades, gracias por el apoyo incondicional, la paciencia y por estar presentes en cada etapa de este camino.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN 3
AGRADECIMIENTOS 4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS 7
RESUMEN 8
ABSTRACT 10
1. INTRODUCCIÓN 12
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 14
2.1. Determinantes biológicos de la vaca durante la lactancia 14
2.2. Comportamiento de amamantamiento 17
2.3. Importancia de lactancia en el ganado 21
2.4. Productividad de razas y cruzas 24
2.5. Requerimientos hídricos de bovinos en pastoreo 24
2.6. Factores ambientales (TEMPERATURA) 26
2.7. Factores asociados a la dieta (%MS) 26
2.8. Factores asociados al animal 26
3. HIPÓTESIS 29
4. OBJETIVOS 30
4.1. Objetivo general 30
4.2. Objetivos específicos 30
5. MATERIALES Y MÉTODOS 31
5.1. Animales y manejo 31
5.2. Variables registradas 32
5.3. Análisis estadístico 33
6. RESULTADOS 36
6.1. Efectos fijos sobre la duración de las actividades 36
6.2. Cambios en el comportamiento según la condición climática 42
6.3. Diferencias entre genotipos 43
6.4. Diferencias entre actividades 45
6.5. Cambios de comportamiento según temperatura y raza 49

6.6. Relación entre temperatura y comportamiento 52
6.7. Relación entre las conductas y el ambiente 57
6.8. Uso de sombra 57
7. DISCUSIÓN 58
8. CONCLUSIÓN 61
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62
10. ANEXOS 68

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla n.

Tabla 1 *Consumo estimado de agua en terneros de carne (0–6 meses) según estación*..... 28
Tabla 2 *Principales efectos fijos del modelo lineal mixto para la duración conductual (minutos)*..... 37
Tabla 3 *Medias marginales estimadas (EMM) de la duración conductual (minutos) por categoría térmica, actividad y raza* 38
Tabla 4 *Valores de ITH ajustado (ITHAD) del día experimental y de los cinco días previos* 41
Tabla 5 *Medias marginales estimadas (EMM) de la duración conductual (min) por raza* . 43
Tabla 6 *Comparación uso de sombra (%) en función del mes, tramo del día (AM/PM) y raza* 51
Tabla 7 *Efecto del ITH_5d (carga térmica acumulada) sobre cada actividad* 55

Figura n.

Figura 1 *Modelo simplificado de partición de nutrientes en la vaca frente a variaciones en la dieta*..... 15
Figura 2 *Escala de condición corporal (CC) para bovinos de carne de la raza Hereford*.. 16
Figura 3 *Escala de condición corporal (CC) para bovinos de carne de la raza Aberdeen Angus*..... 17
Figura 4 *Patrón de comportamiento diurno de terneros criados con contacto materno a pastoreo en rebaño*..... 20
Figura 5 *Presupuesto conductual de terneros: 11 de enero vs. 16 de marzo* 42
Figura 6 *Presupuesto conductual de terneros Angus, Cruza y Hereford según categoría térmica*..... 43
Figura 7 *Relación entre pastoreo y amamantamiento según raza*..... 46
Figura 8 *Relación entre consumo de agua y descanso según raza*..... 47
Figura 9 *Relación entre consumo de agua y pastoreo según raza* 48
Figura 10 *Relación entre pastoreo y descanso según raza* 49
Figura 11 *Duración ajustada por actividad y raza según categoría térmica* 50
Figura 12 *Relación entre la duración de cada actividad y el ITH, según raza*..... 53
Figura 13 *Tendencia de duración de las actividades según ITH y raza* 54
Figura 14 *Predicciones del modelo: duración conductual (min) en función del ITH por actividad y raza*..... 55
Figura 15 *Distribución tiempo dedicado a cada actividad (%) según raza, tramo horario (AM/PM) y fecha experimental*..... 56
Figura 16 *Matriz de correlaciones de Pearson entre conductas, ITH y variables ambientales*..... 57

RESUMEN

El estudio se realizó en un sistema pastoril mejorado del litoral oeste del Uruguay, durante el verano. El objetivo fue caracterizar el comportamiento de amamantamiento y las conductas asociadas (descanso, pastoreo y consumo de agua) en terneros Angus, Hereford y Cruzas, evaluando el efecto del Índice de Temperatura y Humedad (ITH), la sombra y el genotipo. Se trabajó con 30 terneros de cuatro meses de edad (10 por genotipo), identificados individualmente, durante dos jornadas con condiciones térmicas contrastantes: 11 de enero (ITHAD = 88,52) y 16 de marzo (ITHAD = 78,28) de 2024, en el departamento de Río Negro. Las observaciones se realizaron entre las 08:00 y las 18:30 horas, mediante muestreo focal y registro continuo de las conductas y sus duraciones. Se registraron las conductas de descanso, pastoreo, amamantamiento y consumo de agua, junto con la exposición solar, el tramo del día y la fecha, totalizando 881 registros conductuales. Además, se evaluó el efecto de la carga térmica acumulada de los cinco días previos a cada jornada (ITH_5d). Los datos se analizaron con el software R (versión 4.4.1): se estimó la duración promedio de cada conducta, se compararon genotipos y condiciones térmicas, se evaluó el uso de la sombra según la conducta y se cuantificaron las relaciones entre el comportamiento y la carga térmica. La conducta realizada fue el factor que más determinó la duración de los episodios conductuales, siendo el descanso la conducta de mayor duración bajo confort térmico (Angus: 87,71 min; Hereford: 85,78 min; Cruza: 76,81 min), seguido por el pastoreo. Bajo estrés térmico, el descanso se redujo marcadamente y en igual magnitud en los tres genotipos (−36,33 min; $p < 0,001$), mientras que el pastoreo mostró una tendencia al aumento, coherente con la correlación positiva entre pastoreo e ITH ($r = +0,76$). El uso de sombra estuvo significativamente asociado al tipo de conducta ($\chi^2 = 518,82$; $p < 0,001$), principalmente durante el descanso y el amamantamiento. El genotipo Cruza presentó episodios conductuales (períodos continuos de una misma conducta) más cortos que Angus ($\beta = -10,90$ min; $p = 0,001$), mientras que Angus y Hereford no difirieron significativamente entre sí. El efecto de la carga térmica acumulada (ITH_5d) sobre el comportamiento fue equivalente entre los tres genotipos en todas las actividades. Se concluye que el incremento de la carga térmica ambiental modifica significativamente el comportamiento de los terneros, independientemente del genotipo bajo estrés severo. Sin embargo, bajo menor exigencia térmica emergieron diferencias raciales, particularmente en el uso de sombra y el tiempo de

pastoreo, lo que sugiere que la respuesta conductual al calor estaría influida, entre otros factores, por la intensidad del estrés térmico. Estos resultados destacan la importancia de garantizar el acceso a sombra y agua en sistemas pastoriles extensivos para favorecer el bienestar animal durante el verano.

Palabras clave: comportamiento de amamantamiento, razas bovinas, sistema pastoril mejorado, estrés térmico, ITH

ABSTRACT

This study was conducted in an improved pastoral system in western Uruguay during summer. The objective was to characterize suckling behavior and associated activities (resting, grazing and water consumption) in Angus, Hereford and crossbred calves, evaluating the effect of the Temperature-Humidity Index (THI), shade and genotype. Thirty four-month-old calves (10 per genotype), individually identified, were observed on two days with contrasting thermal conditions: January 11 (THIAD = 88.52) and March 16 (THIAD = 78.28), 2024, in the department of Río Negro. Observations were conducted between 08:00 and 18:30 hours, using focal animal sampling and continuous recording of behaviors and their durations. Resting, grazing, suckling and water consumption were recorded, along with solar exposure, time of day and date, totaling 881 behavioral records. In addition, the effect of the accumulated heat load of the five days prior to each observation day (THI_5d) was evaluated. Data were analyzed with R software (version 4.4.1): the average duration of each behavior was estimated, genotypes and thermal conditions were compared, shade use according to activity was assessed, and the relationships between behavior and heat load were quantified. Activity type was the factor that most determined the duration of behavioral episodes, with resting being the longest activity under thermal comfort (Angus: 87.71 min; Hereford: 85.78 min; Crossbred: 76.81 min), followed by grazing. Under heat stress, resting decreased markedly and to the same extent in all three genotypes (−36.33 min; $p < 0.001$), while grazing showed an increasing trend, consistent with the positive correlation between grazing and THI ($r = +0.76$). Shade use was significantly associated with activity type ($\chi^2 = 518.82$; $p < 0.001$), mainly during resting and suckling. Crossbred calves showed shorter behavioral episodes (continuous periods of the same behavior) than Angus ($\beta = -10.90$ min; $p = 0.001$), while Angus and Hereford did not differ significantly. The effect of accumulated heat load (THI_5d) on behavior was equivalent among the three genotypes across all activities. It is concluded that increased ambient heat load significantly modifies calf behavior, regardless of genotype under severe heat stress. However, under lower thermal demand, breed differences emerged, particularly in shade use and grazing time, suggesting that the behavioral response to heat would be influenced, among other factors, by the intensity of heat stress. These results highlight the importance of ensuring access to shade and water in extensive pastoral systems to promote animal welfare during summer.

Keywords: suckling behavior, crossbreds, improved pastoral system, heat stress, THI

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina corresponde a una de las principales actividades productivas en Uruguay, especialmente en el litoral oeste, donde las condiciones agrícolas favorecen sistemas pastoriles de alta eficiencia. En este contexto, las razas británicas Angus y Hereford, junto con sus cruzas, han mostrado adaptabilidad y rendimiento significativo en sistemas extensos y mejorados, constituyendo la base de la producción de carne de calidad en el país. En la tercera auditoría de calidad de carne vacuna del Uruguay, Hereford, Angus y las cruzas británicas representaron en conjunto cerca del 83% de los animales evaluados en frigoríficos (Correa & Brito, 2017).

Si bien la productividad ha sido tradicionalmente evaluada en términos de ganancia de peso y eficiencia reproductiva, uno de los aspectos menos explorados es el comportamiento de amamantamiento, el mismo, involucra la interacción madre-cría que influye de forma directa en el crecimiento del ternero, la duración del anestro posparto y la tasa de preñez de las vacas (Jiménez de Aréchaga & Quintans, 2006; Short et al., 1990). Al respecto, en sistemas pastoriles mejorados donde se utiliza la disponibilidad y calidad del forraje, es posible observar variaciones en la duración, frecuencia y dinámica del amamantamiento (Espasandin et al., 2001), que pueden influir en los indicadores zootécnicos del sistema (Jiménez de Aréchaga & Quintans, 2006).

Para ilustrar este punto, estudios como el de Pereyra Pérez Gomar y Ponce de León Andregnette (2023) analizaron el comportamiento de amamantamiento en terneros de las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford bajo condiciones de campo natural en Salto, Uruguay. Los resultados del estudio indicaron que no existen diferencias significativas entre las razas en cuanto a la frecuencia ni a la duración del amamantamiento. No obstante, en investigaciones complementarias como la de Jiménez de Aréchaga y Quintans (2006) demostraron que el manejo del amamantamiento por medio de técnicas como el destete temporario reduce la duración del anestro postparto y a su vez mejora la tasa de concepción de las vacas primíparas.

Asimismo, Robson et al. (2008) evaluaron el comportamiento de amamantamiento en terneros Angus y Criolla Argentina. Si bien el tiempo total de amamantamiento no difirió entre razas ni con la edad, sí se observaron variaciones significativas en la frecuencia y

duración de las mamadas: en los terneros Criolla Argentina, la frecuencia disminuyó ($p<0,001$) y la duración de cada episodio aumentó ($p<0,01$) conforme avanzaba la edad, mientras que en los terneros Angus ninguna de las dos variables se relacionó con la edad ($p>0,05$). Los autores atribuyen esta diferencia a una posible producción láctea diferencial entre razas.

Bajo esta perspectiva, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento de amamantamiento y consumo de agua de terneros de razas Angus, Hereford y sus cruzas, durante la estación de verano, bajo condiciones de exposición al sol y a la sombra en un sistema pastoril mejorado del litoral oeste del Uruguay con la intención de identificar patrones que puedan contribuir a la optimización y productividad del rodeo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Determinantes biológicos de la vaca durante la lactancia

Según Short y Adams (1988), tanto la etapa final de la gestación como el inicio de la lactancia corresponden a momentos de máximos requerimientos nutricionales para la vaca de cría. El primer periodo coincide con los últimos meses de invierno, cuando la cantidad de forraje de campo natural es insuficiente, por tal razón, es importante tener en cuenta llegar al parto con una adecuada condición corporal mediante suplementación o pasturas mejoradas.

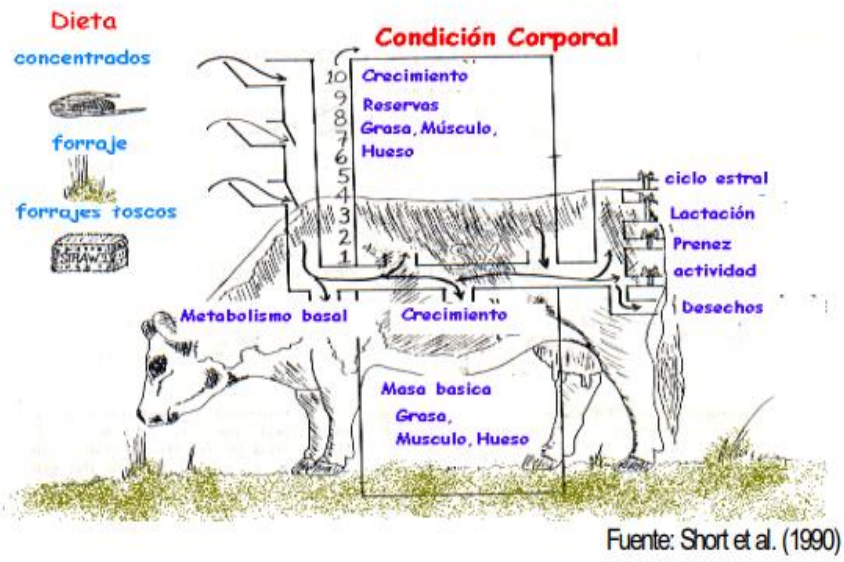
El segundo periodo se desarrolla con el crecimiento primaveral de pasturas de alta oferta y buena calidad, la vaca debe cubrir las demandas de la lactancia y, al mismo tiempo, reiniciar la actividad ovárica para lograr una nueva preñez en el siguiente entore (Short et al., 1990).

La condición corporal (CC) al parto y su evolución hasta el periodo de entore son elementos importantes cuando se manejan rodeos de cría vacuna (Short & Adams, 1988). Generalmente las vacas no alcanzan una CC adecuada al parto, lo que hace que la nutrición posparto sea un factor clave (Short & Adams, 1988). Asimismo, la asignación de los nutrientes hacia diversas funciones del cuerpo obedece en orden decreciente a las siguientes prioridades: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas energéticas, preñez, lactación, reservas energéticas adicionales y, por último, la reanudación de los ciclos estrales e inicio de la preñez siguiente (Short & Adams, 1988).

A continuación, en la Figura 1 se muestra un esquema de la distribución de la energía realizada por Short y Adams (1988), observándose que para que la vaca retome la ciclicidad ovárica requiere de al menos una CC de 4, de lo contrario la energía se destinara primero a funciones vitales (lactancia o gestación) relegando la reproducción.

Figura 1

Modelo simplificado de partición de nutrientes en la vaca frente a variaciones en la dieta



Nota. Tomado de Short y Adams (1988).

El amamantamiento y la nutrición son elementos decisivos que determinan la duración del anestro postparto. Se ha mostrado que vacas a las que se les desteta el ternero al nacimiento, presentan intervalos posparto más corto que aquellas que permanecen en con sus terneros al pie amamantándolos (De Castro Larraechea, 2002; Galina & Arthur, 1991; Short & Adams, 1988). De igual manera, la nutrición reflejada en la reservas corporales o balance energético al parto es otro factor importante que determina la duración del anestro.

Las reservas corporales reflejan el estado nutricional de una vaca de cría. Su determinación, a través de métodos visuales o palpables al momento del parto, es de gran importancia ya que determina la duración del intervalo parto-reinicio de ciclicidad (Donzelli et al., 2010).

A menor duración de dicho intervalo, por una mayor deposición de reservas corporales, mayor será la probabilidad de preñez durante el siguiente entore. Esto determina una mayor eficiencia reproductiva del rodeo de cría, lo cual explica a su vez un mayor resultado físico y económico a nivel de predios comerciales (Scaglia, 1997, como se cita en Bonasso Sierra & Costa Ferres, 2021).

Un método práctico y sencillo para estimar a campo el estado nutricional de un rodeo de cría es la apreciación visual de la CC, donde se evalúa la deposición de grasa subcutánea en

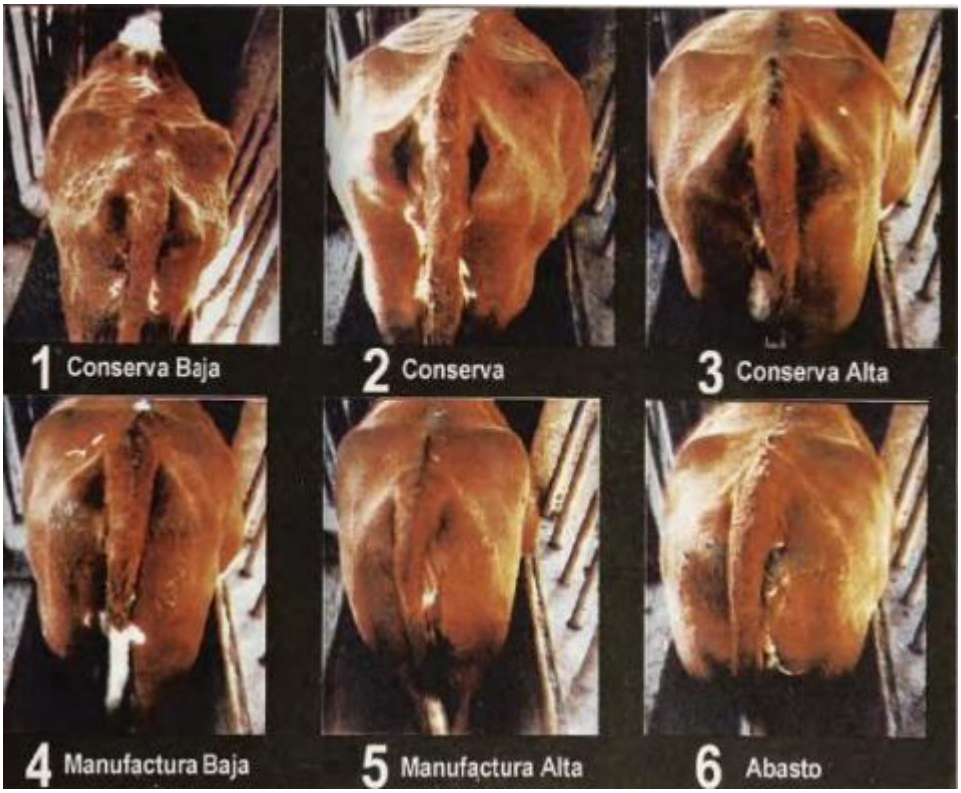
determinadas regiones del animal, independientemente del biotipo. Dichas regiones corresponden a: inserción de la cola, costillas cortas, cadera y región pélvica (Soca & Simeone, 1998, como se cita en Bonasso Sierra & Costa Ferres, 2021).

Si bien la apreciación visual presenta alta repetibilidad y reproducibilidad, no deja de ser un método subjetivo. Por lo tanto, es necesario que el personal cuente con cierto conocimiento previo y experiencia para que la herramienta no pierda confiabilidad (Bonasso Sierra & Costa Ferres, 2021).

A continuación, en la Figura 2 y 3 se aprecian dos cartillas de CC, elaboradas para las dos razas predominantes en los rodeos de cría de nuestro país (Hereford y Aberdeen Angus).

Figura 2

Escala de condición corporal (CC) para bovinos de carne de la raza Hereford



Nota. Tomado de Vizcarra et al. (1986).

Figura 3

Escala de condición corporal (CC) para bovinos de carne de la raza Aberdeen Angus



Nota. Tomado de Sociedad de Criadores Aberdeen Angus del Uruguay (s.f.).

En las respectivas figuras se aprecia una escala de CC comprendida entre los valores: 1 (vaca con nula deposición de grasa subcutánea) y 8 (deposición excesiva de grasa subcutánea) (Bonasso Sierra & Costa Ferres, 2021).

En este sentido es posible afirmar que a medida que aumenta el puntaje de CC, mejora el estado nutricional de la vaca de cría y aumenta la probabilidad de preñez al entore siguiente.

2.2. Comportamiento de amamantamiento

El proceso de amamantamiento corresponde a un elemento muy importante en la cría del ganado, ya que determina la ingesta de leche, y en consecuencia, el crecimiento y desarrollo del ternero. Si bien los terneros comúnmente maman de manera instintiva poco después de su nacimiento, la conducta de la madre durante la mamada (aceptación o rechazo del ternero), la duración de amamantamiento y la eficiencia en la obtención de leche varía entre las diferentes razas de ganado, el sexo del ternero y las condiciones de manejo (Das et al., 2000).

Según Pereyra Pérez Gomar y Ponce de León Andregnette (2023), durante el periodo de lactancia los terneros realizan actividades como amamantamiento, pastoreo, rumia, descanso

y juego. A medida que crecen, disminuye la duración de las mamadas, reflejando la transición de un estado lactante a rumiante, con menor dependencia de la leche materna. De acuerdo con Bonilla (1981), el patrón de comportamiento identificado en los terneros cuando están recién nacidos ocurre bajo estímulos, primeramente son lamidos por sus madres, y minutos más tarde intentan mamar, el primer amamantamiento corresponde a la ingesta de calostro, siendo muy importante que sea ingerido inmediatamente por el ternero, debido a los beneficios que aporta de nutrientes, anticuerpos e hidratación

Espinoza et al. (2011) observaron que al día siguiente de nacer se distingue cierto patrón de amamantamiento, con momentos más activos antes de la salida del sol, cerca del mediodía, de tarde y la medianoche. En dicho estudio, los autores demostraron que los hábitos de amamantamiento de terneros Chinampo (Bos taurus) en México, presentaron un pico de actividad entre las 6:00 y 7:00 horas del día, luego un pico más leve a las 10:00 horas y otro alrededor de las 19:20 horas.

En las primeras tres semanas de nacido, el ternero tiene una dependencia exclusiva de la leche la madre, requiriendo un 10% de su peso vivo como generalidad, aunque a medida que se va desarrollando puede requerir un mayor consumo y esto va a depender de la capacidad lechera que tenga la madre. Bavera y Peñafort (2005) destacan que durante los primeros 30 días los terneros de raza Hereford consumen diariamente un 10% de su peso y los Aberdeen Angus un 12%, lo que hace que esta diferencia se deba a las distintas producciones de leche que presentan las razas maternas.

Según Bavera (2005), el consumo de leche disminuye progresivamente. Para el autor, durante las tres primeras semanas de vida, la leche consumida por los terneros semanalmente corresponde a un 100% de su peso vivo, baja a un 70% a las 8 semanas, a un 50% a las 12, y a un 20% a los seis meses. Esto ocurre porque la vaca no puede sostener volúmenes crecientes de leche a medida que el ternero crece, y porque el rumen del ternero aún no tiene capacidad plena para digerir forrajes voluminosos; a partir de las 16 semanas de nacido el ternero puede cubrir parte de sus requerimientos con la ingesta de voluminosos, pero aun el rumen es pequeño y limita el consumo (Bavera, 2005).

La duración y la frecuencia del amamantamiento es variante y va a estar condicionada por el sexo y la raza del ternero (Das et al., 2000), así como la producción de leche de sus madres

(Drewry et al., 1959). El consumo del ternero está influenciado por la disponibilidad de leche en la ubre y por el grado de motivación del ternero por alimentarse (De Passillé & Rushen, 2006). Según el estudio de Casal et al. (2009), los terneros en los primeros tres meses de lactancia presentan en promedio una frecuencia de mamadas de 6,2±0,29, 5,8±0,29 y 4,9±0,29 veces/día para Aberdeen Angus (AA), cruzas F1 Angus × Hereford (F1) y Hereford (HH), respectivamente. Entre el primero y sexto mes, la frecuencia promedio disminuyó de 7,4 a 3,1 mamadas diarias.

Durante los primeros tres meses de vida Hereford y Angus maman con una aproximación de cuatro o cinco veces al día, mientras que a los seis meses maman tres veces al día. La duración en promedio de cada periodo de amamantamiento es de aproximadamente 10 minutos y el promedio de tiempo total dedicado a este proceso es de 50 minutos diarios, variando entre 15 a 120 minutos. En general, los machos maman más que las hembras, la evidencia sostiene que la frecuencia de la producción de leche no es solamente condicionada por el genotipo de la vaca, sino que también por el sexo del ternero. La ubre se acondiciona para poder producir leche conforme a la capacidad de extracción que posee el ternero en las primeras etapas (Bavera & Peñafort, 2005). Aunque Espasandin et al. (2001) reportaron que no encontraron diferencias significativas según sexo del ternero en la cantidad de mamadas al día.

Otras conductas influyen durante el amamantamiento, Calvo-Lorenzo et al. (2016) reportaron que los terneros Holstein criados en casillas individuales pasan alrededor del 70% del día (más de 16 horas) echados a las tres semanas de edad, y que este tiempo es mayor en las primeras semanas de vida y luego disminuye con la edad. Además, pasadas las dos semanas de vida presentan conductas de jugueteo entre ellos y con las madres. En estudios sobre terneros de origen cebuino, Das et al. (2000) y Krachun et al. (2010) observaron que los terneros que tenían mayor suministro de leche al día (9 a 12 l/día vs 5 a 6 l/día) presentaron mayores conductas de juego, estos autores demostraron que un mayor suministro de leche diaria incrementa las conductas de juego, reflejando un efecto positivo en una mejor nutrición y bienestar.

A continuación, en la Figura 4 se representa un esquema general que muestra cómo los terneros distribuyen sus distintas actividades a lo largo del día, en condiciones pastoriles y al pie de la madre.

Figura 4

Patrón de comportamiento diurno de terneros criados con contacto materno a pastoreo en rebaño



Nota. Adaptado de Whalin et al. (2021).

En referencia a la Figura 4 esta se basa en estudios realizados en el hemisferio norte, por lo que los horarios específicos no deben considerarse como referencia directa para nuestras condiciones. No obstante, los momentos conductuales descritos sí resultan relevantes. Se observa que, durante las primeras horas del día, previo o coincidiendo con el amanecer, las vacas comienzan a movilizarse y, aproximadamente 30 a 40 minutos después, los terneros realizan el primer amamantamiento, seguido de actividades de pastoreo.

A media mañana se identifica un segundo pico de amamantamiento, tras el cual el rodeo tiende a descansar. En horas de la tarde se registra un nuevo evento de mamada acompañado de pastoreo, y hacia el final de la tarde o primeras horas de la noche ocurre el último amamantamiento del día, posterior al cual los animales generalmente permanecen en descanso.

Asimismo, se señala la presencia de un evento adicional alrededor de la medianoche, asociado también a actividad de pastoreo. Esta rutina diaria presenta variaciones a medida que los terneros avanzan en edad, reflejando la transición progresiva desde una dependencia predominante de la leche hacia una mayor incorporación de forraje en la dieta.

2.3. Importancia de lactancia en el ganado

Según Iewdiukow Godiño (2019), la lactancia en el ganado de carne constituye un período de gran importancia, debido a que la producción de leche de la vaca tiene una influencia directa sobre el crecimiento y desarrollo del ternero durante la etapa previa al destete. La leche materna representa una fuente fundamental de nutrientes para el ternero durante los primeros meses de vida. La producción de leche de las vacas puede estar condicionada por diferentes factores, entre ellos el genotipo, la paridad y las condiciones de alimentación y manejo. El mismo autor señala que, en ganado de carne, se ha observado además una relación entre la producción de leche de las madres y el crecimiento de los terneros.

En estudios realizados en razas británicas y sus cruzas, se ha analizado la producción de leche de las vacas y su relación con el crecimiento de los terneros, destacándose la importancia de la producción materna durante la etapa previa al destete (Angenscheidt Castells & Sarríes Liendo, 2023).

Los factores ambientales influyen no solo sobre la producción de leche en términos de volumen, sino también sobre su composición, particularmente en la concentración de sólidos como grasa y proteína. Se ha documentado que las condiciones climáticas pueden modificar significativamente estos componentes, independientemente del efecto de la dieta (Valtorta et al., 1997, como se cita en Saravia et al., 2011).

Otro factor que altera el estrés térmico es el funcionamiento normal del aparato digestivo y reduce la eficiencia de utilización de los nutrientes, afectando los procesos metabólicos involucrados en la síntesis láctea. Durante períodos de altas temperaturas, especialmente en olas de calor, se ha observado una disminución del contenido de proteína en la leche a medida que aumenta la temperatura mínima diaria (Valtorta et al., 1997, como se cita en Saravia et al., 2011).

Asimismo, el estrés térmico puede inducir un estado de balance energético negativo, debido principalmente a una disminución del consumo de materia seca, afectando la disponibilidad de nutrientes para la síntesis de leche (Wheelock et al., 2010). Además, el estrés térmico puede alterar la partición de nutrientes y afectar la síntesis de los componentes de la leche, entre ellos la grasa láctea (Razzaghi et al., 2023). Estos efectos evidencian que el ambiente constituye un factor determinante tanto en la cantidad como en la calidad de la producción láctea.

Lo que influye en la producción de leche durante la lactancia en los meses de verano es el estrés térmico, medido el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Bouraoui et al., 2002). Este indicador es uno de los más utilizados para evaluar el estrés térmico en bovinos, combina la temperatura del aire y la humedad relativa con el objetivo de estimar el impacto de las condiciones ambientales sobre el animal. Es ampliamente empleado en regiones cálidas para evaluar los efectos del estrés calórico en bovinos (Bouraoui et al., 2002).

El ITH se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$ITH = (0{,}8 \times ta) + [(HR/100) \times (ta - 14{,}4)] + 46{,}4$$

donde ta representa la temperatura del aire (°C) y HR la humedad relativa (%).

Con el fin de mejorar la precisión en la estimación del estrés térmico, se desarrolló el ITH ajustado, que incorpora además la velocidad del viento y la radiación solar (Amundson et al., 2006).

En nuestro país, un estudio realizado por Garzón et al. (2021) sobre vacas de la raza Holstein en condiciones de pastoreo, observaron que valores elevados de ITH durante el período de gestación pueden provocar pérdidas fetales, disminuyendo la eficiencia reproductiva del rodeo. Por lo tanto, recomiendan que el productor implemente monitoreo y manejo para asegurar confort y bienestar animal durante estos períodos de ITH alto, para mitigar el riesgo de pérdidas gestacionales.

Casal et al. (2009) reportan en sus trabajos la producción y composición de leche de vacas primíparas de razas Hereford, Angus y sus cruzas, encontrando diferencias claras entre las curvas de producción de leche, las vacas Angus produjeron más leche, seguidas de las cruzas y finalmente las Hereford.

Estudios como el de Casal et al. (2009) evidencian cómo se refleja el comportamiento de los terneros en el periodo de amamantamiento, debido a que explican que los picos de producción están acompañados de un aumento de tiempo de mamado o aumento de frecuencia por día. Por ejemplo, los terneros Hereford suelen realizar más mamadas alrededor de los 20 días, mientras que en las cruzas y Angus los picos se observan más tardíamente (60 y 70 días, respectivamente). Esto se debe a que la mayor persistencia en la producción lechera de las Angus permite un suministro más constante a lo largo de la lactancia.

En el trabajo *Manual de bienestar animal: Un enfoque práctico* (2016) se demostró que otro factor importante a considerar durante la lactación es el bienestar animal. El bienestar de los terneros comprende su estado físico y mental, reflejado en la capacidad de expresar comportamientos naturales como descanso, pastoreo y amamantamiento, así como un acceso adecuado a agua y alimento. Según los principios internacionales del bienestar animal, la provisión de agua y alimento, la posibilidad de descanso y la expresión de comportamientos sociales son necesidades básicas de los bovinos (Farm Animal Welfare Council [FAWC], 2009).

En este sentido, se hicieron estudios realizados en sistemas extensivos del Uruguay, no se observaron diferencias significativas en el comportamiento de amamantamiento, descanso y pastoreo entre terneros de razas Angus, Hereford, Brangus y Braford, lo que sugiere una respuesta conductual similar bajo condiciones ambientales y de manejo homogéneas (Pereyra Pérez Gomar & Ponce de León Andregnette, 2023).

No obstante, investigaciones que analizan el comportamiento en condiciones de estrés térmico muestran que las variaciones en el ambiente, especialmente altas cargas térmicas, pueden modificar actividades como pastoreo y búsqueda de sombra, afectando así el patrón de comportamiento y, potencialmente, el bienestar animal general (Inzaurraga Machado & Vera Carrau, 2025).

Asimismo, la disponibilidad permanente de agua de buena calidad desde edades tempranas se reconoce como un factor crítico para el bienestar y desarrollo de los terneros, influyendo positivamente en su consumo de alimento y ganancia de peso (Mačuhová et al., 2009; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [NASEM], 2016).

2.4. Productividad de razas y cruzas

La productividad en bovinos de carne se evalúa mediante indicadores como ganancia diaria de peso, peso al destete y eficiencia de conversión alimentaria, los cuales permiten comparar el desempeño entre diferentes genotipos. En este sentido, las razas puras transmiten de forma consistente sus características a la descendencia. En el caso de la ganadería bovina de carne, estas pueden destacarse por calidad de carne, velocidad de crecimiento o adaptabilidad a distintos ambientes (Espasandin, 2004).

Las cruzas entre razas británicas, como Angus × Hereford, suelen exhibir un efecto de heterosis que se traduce en mejor crecimiento y eficiencia productiva comparado con los parentales puros, consolidándose como una estrategia favorable en sistemas de cría (Rogberg Muñoz, 2006). De esta forma, en los sistemas ganaderos, herramientas como la selección y los cruzamientos constituyen estrategias de mejoramiento genético que permiten modificar características relacionadas con la producción, la reproducción y la adaptación de los animales a diferentes ambientes (Urioste Aguerre, 1995).

Los cruzamientos consisten en el apareamiento de animales de diferentes razas o cruzas y tienen como finalidad combinar características deseables presentes en las razas que participan del cruzamiento, además de aprovechar el fenómeno de la heterosis o vigor híbrido (Rogberg Muñoz, 2006). La heterosis se manifiesta cuando los animales cruza presentan una productividad diferente respecto al promedio de las razas puras parentales (Rogberg Muñoz, 2006). Asimismo, los cruzamientos permiten aprovechar la complementariedad entre razas, combinando características productivas y de adaptación que pueden ser de interés para un determinado sistema ganadero (Cunningham, 1981; Rogberg Muñoz, 2006).

Con la explotación de los cruzamientos entre dos o más razas, se aprovecha el vigor híbrido para obtener animales más productivos y adaptados a cada sistema (Lagos, s.f.). Dependiendo de las razas involucradas en un sistema de cruzamiento, estas razas combinan características como rusticidad, longevidad, calidad de carne, precocidad sexual, performance en el desarrollo y deposición de grasa, entre otras (Lagos, s.f.).

En el contexto uruguayo, en condiciones pastoriles se ha evaluado el desempeño productivo de animales cruza en comparación con genotipos puros (Espasandín et al., 2006, como se cita en Claramunt & Rodríguez Palma, 2015). Los principales resultados de este trabajo muestran

que las vacas cruza destetaron terneros más pesados (167-169 kg) que las vacas puras (151-164 kg). Por otro lado, los terneros hijos de vacas cruza tuvieron mayor ganancia diaria (0,63-0,65 kg/día) que los hijos de vacas puras (0,56-0,62 kg/día). En tercer lugar, las vacas cruza tuvieron intervalos interparto notablemente más cortos (406-437 días) que las vacas puras (444-483 días), mejorando la eficiencia reproductiva y volviendo a preñarse más rápido (Espasandín et al., 2006, como se cita en Claramunt & Rodríguez Palma, 2015). Por último, las vacas cruza produjeron entre 141-150 kg/vaca entorada/año, muy superior a las vacas puras (118-127 kg/vaca entorada/año) (Espasandín et al., 2006, como se cita en Claramunt & Rodríguez Palma, 2015). Estos resultados demuestran una mayor eficiencia tanto productiva como reproductiva de las vacas cruzas respecto a las puras.

En sistemas pastoriles del litoral, se han estudiado genotipos cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puro, observándose diferencias en características productivas y de adaptación asociadas al genotipo y a las condiciones ambientales (Batista Taborda & Tecco Peñaloza, 2011). Asimismo, trabajos nacionales sobre cruzamientos en bovinos para carne han señalado ventajas productivas de los animales cruza en determinadas etapas del crecimiento, destacando el potencial de los cruzamientos para aprovechar la heterosis y la complementariedad entre razas (Gimeno et al., 2002).

Según Rojas (1986) el uso de madres híbridas puede mejorar la fertilidad, habilidad materna y sobrevivencia de los terneros en un 14% respecto a uso de madres de razas puras, mientras que los caracteres de progenie como el crecimiento predestete pueden mejorar hasta un 7%, seguidamente del crecimiento postdestete en un 4% y un rendimiento y calidad de canal en un 1%.

2.5. Requerimientos hídricos de bovinos en pastoreo

El agua es un elemento indispensable para la vida, dentro del organismo animal cumple una serie de funciones, por lo tanto, es un alimento indispensable para el animal y su manejo dentro del sector ganadero (*Uso del agua en ganadería*, 2016). El agua tiene diversas funciones dentro de un organismo animal como formar parte de los tejidos, ser un medio de transporte para los nutrientes y los materiales de desecho, ayudar a mantener la temperatura corporal, lubricar las articulaciones y ser componente de muchas reacciones químicas básicas (*Uso del agua en ganadería*, 2016). Es, por tanto, un factor muy importante que el agua de

bebida suministrada los animales sean potable, de calidad y de cantidad suficientes para que el rendimiento de la explotación sea óptimo (*Uso del agua en ganadería*, 2016).

El término de "Calidad de agua" es una expresión de empleo muy generalizada cuyo espectro es de significado muy amplio.

Olaechea Meneses (2016) señala que los requerimientos de agua en bovinos están influenciados por diversos factores tanto internos como externos, que corresponden a la cantidad necesaria para mantener el equilibrio hídrico del organismo. Estos requerimientos se determinan a partir de la suma de las pérdidas de agua a través de las heces y la orina, las pérdidas por evaporación destinadas a la disipación del calor, así como el agua retenida en los tejidos corporales durante los procesos de crecimiento y gestación, y aquella que es secretada en la leche. Dichos requerimientos no permanecen constantes, sino que varían en función de diferentes factores, entre los que se destacan la temperatura ambiental, el consumo de materia seca (MS) y el estado fisiológico del animal.

2.6. Factores ambientales (TEMPERATURA)

Para Duarte (2013), durante el período estival se produce un incremento en la evaporación del agua presente en cañadas, azudes o tajamares, aspecto que debe ser considerado al planificar las reservas hídricas. Según el autor, a medida que la temperatura ambiental aumenta, los animales mantienen su temperatura corporal relativamente constante mediante la disipación del exceso de calor a través de la sudoración y la evaporación pulmonar. En estas condiciones se incrementa la frecuencia respiratoria y, en consecuencia, también las necesidades de agua (Duarte, 2013). Las demandas hídricas alcanzan su punto máximo bajo condiciones de altas temperaturas y ambientes secos (Duarte, 2013). Asimismo, la disponibilidad de sombra en épocas de calor contribuye a mejorar la eficiencia en el uso del agua destinada al consumo y favorece el bienestar animal (Duarte, 2013).

2.7. Factores asociados a la dieta (%MS)

Según Duarte (2013), de manera general, los forrajes secos y los alimentos concentrados requieren un mayor consumo de agua en comparación con los forrajes frescos. Para el autor, existe una relación directa entre la ingesta de materia seca (MS) y los requerimientos hídricos: a mayor consumo de MS, mayores serán las necesidades de agua. Por el contrario,

una restricción en la disponibilidad de agua puede provocar una disminución en la ingesta de MS, afectando indirectamente los niveles productivos esperados (Duarte, 2013). Asimismo, para el autor un incremento en la concentración de materia seca en la dieta, así como en los niveles de proteína, fibra o sal, tiende a aumentar de manera significativa los requerimientos de agua. El tipo de alimento suministrado —ya sea concentrado, heno, ensilaje o forraje fresco— también influye en estas necesidades (Duarte, 2013). De forma orientativa, por cada 100 kg de alimento ofrecido, los henos y concentrados aportan aproximadamente 10 litros de agua, los silajes alrededor de 70 litros y las pasturas cerca de 80 litros (Duarte, 2013).

2.8. Factores asociados al animal

El estado fisiológico es quien determina en mayor medida los requerimientos hídricos del animal. En este sentido, vacas de cría en estado de lactación y terneros en crecimiento son las categorías de animales más demandantes en cuanto a consumo de agua (Beretta & Bruni, 1998). La lactación incrementa los requerimientos de agua debido a que esta constituye el 87% de la leche. Esto determina que las vacas lactantes necesitan mayor proporción de agua en relación con su peso corporal que la mayoría de las especies domésticas (Beretta & Bruni, 1998). Hay una fuerte relación entre la tasa metabólica y el intercambio de agua corporal. Como consecuencia de esto los requerimientos de agua son mayores relativamente en animales jóvenes y altamente productivos que en animales viejos y menos productivos (Beretta & Bruni, 1998).

En terneros que se encuentran al pie de la madre, el consumo de agua aumenta progresivamente con la edad y el crecimiento del animal, observándose un incremento de la ingesta a medida que avanza el desarrollo del ternero (Mačuhová et al., 2009). Asimismo, las condiciones climáticas propias de cada estación del año influyen significativamente en la variación del consumo de agua. Durante el verano, las altas temperaturas incrementan los requerimientos de agua, mientras que durante el invierno el consumo tiende a disminuir debido a una menor demanda hídrica (Winchester & Morris, 1956). En este sentido, el agua debe considerarse un nutriente esencial en los sistemas de producción de bovinos de carne, ya que su disponibilidad adecuada resulta fundamental para mantener las funciones fisiológicas normales y favorecer el consumo de alimento y el crecimiento animal (NASEM, 2016).

A modo ilustrativo se adjunta la Tabla 1, donde se observa cómo varían los requerimientos hídricos de terneros de carne según su peso, edad y estación del año.

Tabla 1

Consumo estimado de agua en terneros de carne (0–6 meses) según estación

Edad del ternero	Peso aproximado	Invierno (L/día)	Primavera (L/día)	Otoño (L/día)	Verano (L/día)
0 – 2 meses	50 – 70 kg	3 – 5	4 – 6	4 – 6	5 – 8
2 – 3 meses	70 – 90 kg	4 – 7	5 – 9	5 – 9	7 – 12
3 – 4 meses	90 – 110 kg	6 – 10	7 – 12	7 – 12	10 – 15
4 – 6 meses	110 – 150 kg	8 – 14	10 – 18	10 – 18	15 – 25

Nota. Adaptado de NASEM (2016) y Winchester y Morris (1956).

Durante el verano, los terneros de carne pueden experimentar condiciones de estrés calórico debido al aumento de la temperatura ambiental y, en muchos casos, a la elevada humedad relativa. Estas condiciones generan un incremento en la temperatura corporal y en las pérdidas de agua por evaporación y respiración, lo que provoca un aumento en la ingestión de agua como mecanismo de regulación térmica. Diversos estudios han demostrado que, cuando la temperatura ambiental supera los 25–27 °C, los bovinos incrementan su consumo de agua para mantener la homeostasis y compensar las pérdidas de líquidos corporales (Mader et al., 2006). Asimismo, el estrés térmico puede modificar el comportamiento de los animales, aumentando la frecuencia de bebida y reduciendo el consumo de alimento durante las horas de mayor calor (Arias et al., 2008).

Durante el invierno, el consumo de agua en terneros de carne suele disminuir debido principalmente a las bajas temperaturas ambientales, que reducen las pérdidas de agua por evaporación y respiración, disminuyendo así la necesidad fisiológica de ingesta de agua (Winchester & Morris, 1956).

3. HIPÓTESIS

El incremento de la carga térmica ambiental durante el verano modifica el comportamiento de los terneros, destinando una mayor proporción de su tiempo a actividades que les permitan mantenerse en una zona termo neutral de confort térmico, independientemente del genotipo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Caracterizar el comportamiento de amamantamiento y las conductas asociadas en terneros Angus, Hereford y Cruzas durante el verano, evaluando el efecto del ITH, la sombra y el genotipo en un sistema pastoril mejorado del litoral oeste del Uruguay.

4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto del ITH sobre las conductas de descanso, pastoreo, amamantamiento y consumo de agua.
2. Comparar la duración de las conductas entre terneros Angus, Hereford y Cruzas.
3. Determinar el efecto de la sombra sobre el descanso y el amamantamiento según la raza.
4. Analizar la contribución de los factores ambientales y del individuo sobre la variación en su conducta.
5. Evaluar la relación entre el uso de sombra y el comportamiento animal según la raza.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Animales y manejo

El estudio se llevó a cabo en el establecimiento El Cardo, situado en el kilómetro 18 de la Ruta 25, en el departamento de Río Negro, Uruguay. Esta propiedad cuenta con una extensión de 2000 hectáreas, destinadas principalmente a la agricultura, mientras que la ganadería se desarrolla como una actividad complementaria.

Durante el estudio se realizaron observaciones en 30 terneros de las razas Angus (todos de pelaje color negro), Hereford y sus Cruzas (10 animales en cada grupo contemporáneo).

Previo al inicio de las observaciones, los animales fueron conducidos a los corrales, donde se registró el número de caravana de cada vaca y su correspondiente ternero.

Al momento de la evaluación los terneros se registraron que tenían cuatro meses de edad y que se encontraban al pie de la madre, en un sistema pastoril extensivo como es característico de la cría vacuna en nuestro país. El principal recurso forrajero es el campo natural, compuesto principalmente por gramíneas perennes de ciclo estival. Los terneros observados permanecieron junto a sus madres en un potrero de 10 ha durante la primera jornada de observación (11 de enero) y en otro potrero de 17 ha durante la segunda (16 de marzo).

Previo al inicio de las observaciones, si bien no se registró el peso de los terneros por cuestiones operativas del establecimiento, los mismos fueron identificados individualmente utilizando pintura para ganado, con el fin de facilitar su reconocimiento durante las jornadas de observación.

Las observaciones se realizaron los días 11 de enero y 16 de marzo de 2024, de forma ininterrumpida entre las 08:00 y las 18:30 horas (10,5 horas por jornada). Para el registro del comportamiento se utilizó la metodología de animal focal con registro continuo (focal animal sampling with continuous recording). Esta metodología consiste en asignar a cada observador un grupo fijo de terneros (animales focales), que sigue durante toda la jornada, y anotar cada cambio de conducta en el momento en que ocurre. Así, cada vez que un ternero iniciaba una conducta se registraba la hora de inicio y la conducta realizada; cuando pasaba a otra conducta, se anotaba la hora del cambio y la nueva conducta. La duración de cada conducta se calculó como la diferencia entre su hora de inicio y su hora de finalización. Las

observaciones estuvieron a cargo de tres observadores, que permanecieron junto a los animales durante toda la jornada. Para facilitar el seguimiento y evitar la pérdida de eventos, cada observador se encargó de un genotipo, es decir, de un grupo de 10 terneros: uno registró de forma continua a los terneros Angus, otro a los Hereford y el tercero a las Cruzas. De esta manera, los tres grupos se observaron de forma simultánea durante todo el período de observación.

En total se obtuvieron 881 registros conductuales. Durante todo el período experimental, los animales permanecieron en un sistema de pastoreo con acceso permanente a agua y sombra artificial. El agua de bebida estaba disponible tanto al sol como a la sombra, por lo que los terneros podían beber en ambas condiciones. Además, durante cada jornada de observación se consideraron las condiciones ambientales y de manejo presentes al momento del registro del comportamiento.

5.2. Variables registradas

Las conductas evaluadas fueron descanso, pastoreo, amamantamiento y consumo de agua. En cada registro se anotó la identificación del ternero, la conducta realizada, su hora de inicio y de finalización (a partir de las cuales se calculó la duración en minutos), la condición de exposición (sol o sombra), el tramo del día (mañana o tarde) y la fecha. Para identificar a cada ternero, primero se identificó a su madre mediante el número de caravana y luego se utilizó una marca numerada (del 1 al 10) pintada en la zona del cuarto del animal.

Las conductas registradas se definieron a partir de un etograma, con los siguientes criterios operacionales. El amamantamiento se definió como el tiempo durante el cual el ternero mantiene contacto de succión con uno o más pezones de la ubre materna, con movimientos rítmicos de succión; se registró desde el inicio de la succión hasta que el ternero interrumpía el contacto. El descanso correspondió al tiempo durante el cual el animal permanece echado o parado, independientemente de que esté dormido o despierto. El pastoreo se definió como el tiempo durante el cual el animal busca, selecciona, aprehende o consume pasto u otro forraje disponible en el potrero, incluidos los movimientos de masticación asociados a la ingestión. Por último, el consumo de agua correspondió al tiempo durante el cual el animal introduce el hocico en una fuente de agua y realiza la ingestión; se registró desde el inicio de la toma hasta que el ternero interrumpía la ingestión y retiraba el hocico.

De forma complementaria, y no como una conducta en sí misma, se registró la permanencia en la sombra, definida como el tiempo durante el cual el animal permanece en un área sombreada por vegetación, árboles, estructuras artificiales u otros elementos que bloquean la radiación solar directa. Esta condición se registró independientemente de la conducta que el ternero realizaba dentro de esa área, lo que permitió analizar cada conducta según se realizara al sol o a la sombra.

Para evaluar el estrés térmico se utilizó el Índice de Temperatura y Humedad (ITH). Para su cálculo se emplearon los registros de temperatura media, temperatura máxima y humedad relativa correspondientes al período experimental. Estos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica "Bellaco", ubicada a 3 km del establecimiento, en el departamento de Río Negro.

El ITH se calculó mediante la siguiente ecuación (Arias et al., 2008):

$$ITH = (0{,}8 \times ta) + [(HR/100) \times (ta - 14{,}4)] + 46{,}4$$

donde ta es la temperatura ambiente (°C) y HR la humedad relativa (%).

Para definir con mayor precisión si los animales estaban o no bajo estrés térmico, se calculó el ITH ajustado (ITHAD), que incorpora la radiación solar y la velocidad del viento, mediante la siguiente ecuación (Amundson et al., 2006):

$$ITHAD = 6{,}8 + ITH - (3{,}075 \times VV) + (0{,}0114 \times RAD)$$

donde ITHAD es el ITH ajustado diario, ITH el índice de temperatura y humedad, VV la velocidad del viento (m/s) y RAD la radiación solar (W/m²).

Los datos de velocidad del viento y radiación solar se obtuvieron de la estación meteorológica de INIA Salto Grande, ubicada a 154,41 km lineales del establecimiento en estudio.

5.3. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa R (versión 4.4.1). Se aplicaron modelos lineales mixtos para estudiar la duración de las conductas y también modelos binomiales para analizar la probabilidad de ocurrencia de cada actividad.

Además, se calcularon medias ajustadas y comparaciones entre grupos mediante pruebas de Tukey. También se estudiaron correlaciones de Pearson entre conductas e ITH, y se evaluó la asociación entre el uso de sombra y la conducta realizada.

El modelo ajustado y sus componentes se describen a continuación:

$yij = \beta_0 + \beta_1 \cdot raza\ i + \beta_2 \cdot actividad\ i + \beta_3 \cdot ITH_cati + \beta_4 \cdot (ITH_cat \times actividad)i + \beta_5 \cdot SolSomi + \beta_6 \cdot tramo_diai + \beta_7 \cdot fecha_ci + uj + \varepsilon ij$

Dónde: yij: Variable de respuesta. Duración de la conducta “i” en el animal “j”.

Raza i: Efecto de la raza (Angus, Hereford, Cruza).

Actividad i: Efecto de la actividad que realiza el ternero.

ITH_cati: Efecto del estrés térmico categorizado (estrés térmico > 74 y confort < 74)

(ITH_cat × actividad)i: Efecto de la interacción entre el estrés térmico y la actividad.

SolSomi: Efecto de la exposición al sol o a la sombra.

Tramo_dia i: Efecto del tramo del día en que los terneros fueron observados (mañana o tarde).

Fecha_ci: Efecto de la fecha en la que fueron observados los terneros (enero o marzo).

Uj: Efecto aleatorio del animal “j”.

Eij: Error residual de la observación. Diferencia entre lo observado y lo que predice el modelo.

La duración de cada conducta se analizó mediante un Modelo Lineal Mixto, considerando como efectos fijos el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), la conducta observada, el genotipo, el uso de sombra, el momento del día y la fecha de observación. Asimismo, se incluyó la identidad de cada animal como efecto aleatorio para contemplar las mediciones repetidas realizadas sobre un mismo individuo.

La probabilidad de ocurrencia de cada conducta se evaluó mediante un Modelo Logístico Mixto (MLM), utilizando como variable respuesta la presencia o ausencia de la conducta (0 = ausencia; 1 = presencia). Como efectos fijos se consideraron el ITH, el genotipo, la condición de sombra (sol o sombra) y el tramo del día. Se ajustó un modelo independiente para cada conducta evaluada.

Además, se calcularon coeficientes de correlación de Pearson para evaluar la asociación entre las distintas conductas registradas y las variables ambientales. Finalmente, se realizó una prueba de Chi-cuadrado para determinar la existencia de asociación entre las conductas observadas y la condición de exposición al sol o a la sombra.

6. RESULTADOS

6.1. Efectos fijos sobre la duración de las actividades

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los principales hallazgos obtenidos por análisis de varianza, donde se estimó la duración de cada conducta en minutos. En la sección del anexo se encuentra la tabla completa con los resultados del modelo mixto (véase Anexo A).

Tabla 2

Principales efectos fijos del modelo lineal mixto para la duración conductual (minutos)

Efecto fijo	β (min)	t	gl	p
Actividad (referencia = Agua)				
Descanso	**+82,08**	**11,884**	869	**< 0,001 *****
Pastoreo	+33,09	4,099	869	< 0,001 ***
Amamantamiento	−0,10	−0,012	869	0,991 ns
Interacción ITH_cat × Actividad (referencia = Agua × Confort)				
Estrés térmico × Descanso	**−49,97**	**−5,232**	869	**< 0,001 *****
Estrés térmico × Pastoreo	+6,24	0,655	869	0,513 ns
Estrés térmico × Amamantamiento	−9,90	−0,872	869	0,384 ns
Raza (referencia = Angus)				
Cruza	**−10,90**	**−3,328**	869	**0,001 ****
Hereford	−1,93	−0,547	869	0,585 ns
Covariables de control				
Sombra (referencia = Sol)	+11,61	2,374	869	0,018 *
Fecha centrada	< 0,001	−3,175	869	0,002 **

Como se puede observar en la Tabla 2, la conducta realizada es el factor que más determina la duración de los episodios. En condiciones de confort térmico (ITH < 74), se observó que el descanso fue la actividad de mayor duración con respecto al consumo de agua (actividad de referencia del modelo), con una duración de (β = +82,08 min; t = 11,884; p < 0,001).

Analizando la interacción entre la actividad pastoreo y estrés térmico, se observa que no fue significativa (β = +6,24 min; t = 0,655; p =0,513). Esto indica que el estrés térmico no afectó significativamente la duración del pastoreo con respecto a la situación de confort.

Finalmente, las conductas bajo sombra fueron significativamente más prolongadas que bajo sol (β = +11,61 min; t = 2,374; p = 0,018; ver Tabla 2), independientemente de la actividad y la condición térmica.

En la Tabla 3 se puede observar la duración promedio de las actividades evaluadas (en minutos), teniendo en cuenta el ambiente térmico, el genotipo del animal y el tipo de actividad realizada.

Tabla 3

Medias marginales estimadas (EMM) de la duración conductual (minutos) por categoría térmica, actividad y raza

ITH_cat	Actividad	Raza	EMM (min)	EE	gl	p
Confort	Consumo de agua	Angus	5,63	6,70	632	0,400 ns
		Cruza	−5,27	6,69	632	0,432 ns
		Hereford	3,70	6,71	639	0,581 ns
	Amamantamiento	Angus	5,53	6,31	561	0,381 ns
		Cruza	−5,37	6,30	553	0,394 ns
		Hereford	3,60	6,32	568	0,569 ns
	Descanso	Angus	**87,71**	6,38	229	**< 0,001** ***
		Cruza	**76,81**	6,35	215	**< 0,001** ***
		Hereford	**85,78**	6,39	260	**< 0,001** ***

ITH_cat	Actividad	Raza	EMM (min)	EE	gl	p
	Pastoreo	Angus	**38,72**	6,43	269	**< 0,001** ***
		Cruza	**27,82**	6,41	224	**< 0,001** ***
		Hereford	**36,79**	6,44	261	**< 0,001** ***
Estrés térmico	Consumo de agua	Angus	**19,28**	5,91	536	0,001 **
		Cruza	8,37	5,89	535	0,156 ns
		Hereford	**17,34**	5,91	535	0,004 **
	Amamantamiento	Angus	9,28	5,56	478	0,096 ns
		Cruza	−1,62	5,54	466	0,770 ns
		Hereford	7,35	5,57	477	0,187 ns
	Descanso	Angus	**51,38**	5,78	216	**< 0,001** ***
		Cruza	**40,48**	5,73	191	**< 0,001** ***
		Hereford	**49,45**	5,79	214	**< 0,001** ***
	Pastoreo	Angus	**58,61**	5,79	260	**< 0,001** ***
		Cruza	**47,71**	5,76	210	**< 0,001** ***
		Hereford	**56,68**	5,80	237	**< 0,001** ***

Esta tabla (resumida en el Anexo B), permite comparar la duración de cada conducta (expresada en términos absolutos) en cada condición ambiental y sus resultados son consistentes con los de la Tabla 2.

Bajo confort térmico, el descanso presentó mayores duraciones en los tres genotipos (Angus: 87,71 min; Hereford: 85,78 min; Cruza: 76,81 min). La segunda actividad de mayor duración fue el pastoreo (Angus: 38,72 min; Hereford: 36,79 min; Cruza: 27,82 min).

El amamantamiento y el consumo de agua tuvieron menores duraciones bajo confort, ambas actividades tuvieron una duración aproximada de 5 minutos para Angus y Hereford (ver Anexo B). Para el caso de los animales Cruza, se obtuvieron valores marginales negativos para ambas actividades (amamantamiento: -5,37 min; consumo de agua: -5,27 min). Estos valores negativos no representan duraciones absolutas, sino que es una consecuencia de la escala que utiliza el modelo ya que, al promediar actividades de corta duración y signo negativo, el valor estimado por el modelo puede caer por debajo del intercepto.

En condiciones de estrés térmico, el descanso disminuyó marcadamente en los tres genotipos (Angus: 51,38 min; Hereford: 49,45 min; Cruza: 40,48 min). Esto representa una reducción de 36,33 minutos respecto a la situación de confort, igual para Angus, Hereford y Cruza (interacción estrés térmico × descanso: $\beta = -49{,}97$ min; $p < 0{,}001$; véase Anexo A). La reducción es la misma en los tres genotipos porque el modelo no incluyó una interacción entre raza y condición térmica: estima un único efecto del estrés sobre el descanso, por lo que las diferencias entre razas se mantienen constantes en ambas condiciones.

El pastoreo mostró una tendencia opuesta, su duración fue mayor bajo condiciones de estrés que bajo confort para los tres genotipos (Angus: 58,61 min; Hereford: 56,68 min ; Cruza: 47,71 min). Es importante aclarar que dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas para el modelo ($p= 0{,}513$) (véase Anexo A).

El amamantamiento tuvo una duración levemente mayor bajo estrés que bajo confort (Angus: 9,28 min ; Hereford: 7,35 min ; Cruza: -1,62 min), estas diferencias no fueron significativas entre condiciones térmicas ($p=0{,}384$) (véase Anexo A).

El consumo de agua también presentó duraciones mayores bajo estrés en los tres genotipos (Angus: 19,28 min; Hereford: 17,34 min ; Cruza: 8,37 min). Esto es coherente desde el punto

de vista biológico dado que, en condiciones de estrés calórico, los requerimientos hídricos del animal se incrementan.

En la Tabla 4 se buscó categorizar aún más el ambiente, obteniendo información sobre el ITH de los cinco días previos a cada fecha de observación. Esto permitió contrastar aún más el ambiente térmico del 11 de enero respecto al ambiente del 16 de marzo, aportando más consistencia a los datos de comportamiento animal.

Tabla 4
Valores de ITH ajustado (ITHAD) del día experimental y de los cinco días previos

Indicador	**11 enero**	**16 marzo**
ITHAD medio, día experimental	77,57	76,33
ITHADmax, día experimental	88,52	78,28
ITHADmax medio, 5 días previos	92,18	83,08
Máximo ITHADmax, 5 días previos	95,25	93,32
Días ITHADmax ≥80	5	3
Días ITHADmax ≥84	5	1

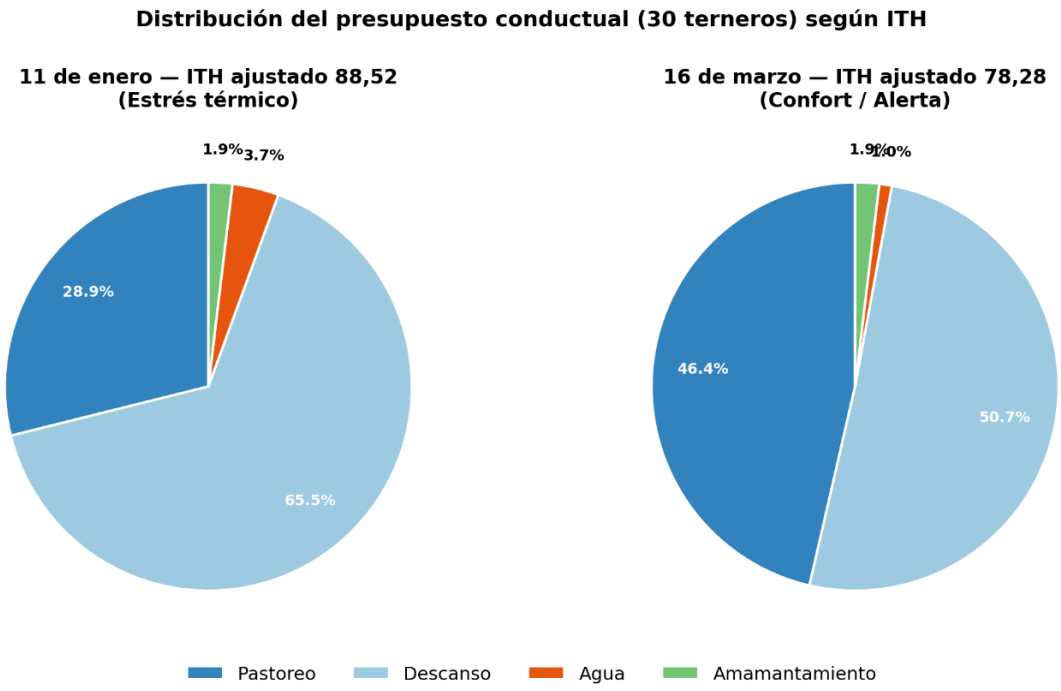
En el análisis de los cinco días previos a cada jornada se vio una diferencia relevante entre ambas fechas, que va más allá del valor puntual de ITH registrado el día de observación. Si bien el ITHAD máximo del día experimental fue considerablemente más alto en enero que en marzo (88,52 vs. 78,28), la diferencia se dio al considerar el historial térmico previo: el promedio del ITHADmax de los cinco días anteriores fue de 92,18 en enero frente a 83,08 en marzo, y los cinco días previos al 11 de enero superaron el umbral de emergencia térmica (ITH > 84). Mientras que en marzo se vio eso en un solo día, lo que significa que la jornada de enero no representó un evento térmico aislado, sino el punto máximo de una ola de calor sostenida durante toda la semana previa, mientras que el 16 de marzo constituyó una jornada de calor moderado sin antecedente térmico acumulado significativo.

Esta diferencia en la carga térmica acumulada se refleja claramente en el comportamiento observado. Durante la jornada de enero, los terneros destinaron el 65,6% del tiempo al descanso (al sol o a la sombra) y permanecieron el 63,4% del tiempo bajo sombra

(considerando todas las conductas), reduciendo el pastoreo a un 28,9%. En marzo el tiempo de pastoreo prácticamente se duplicó (46,4%) y el uso de sombra disminuyó a 48,3%, aproximándose a las condiciones de confort térmico. Estos resultados sugieren que la magnitud de la respuesta al calor no depende únicamente del ITH del día de observación, sino que estaría condicionada también por el estrés térmico acumulado en los días previos.

Figura 5

Presupuesto conductual de terneros: 11 de enero vs. 16 de marzo



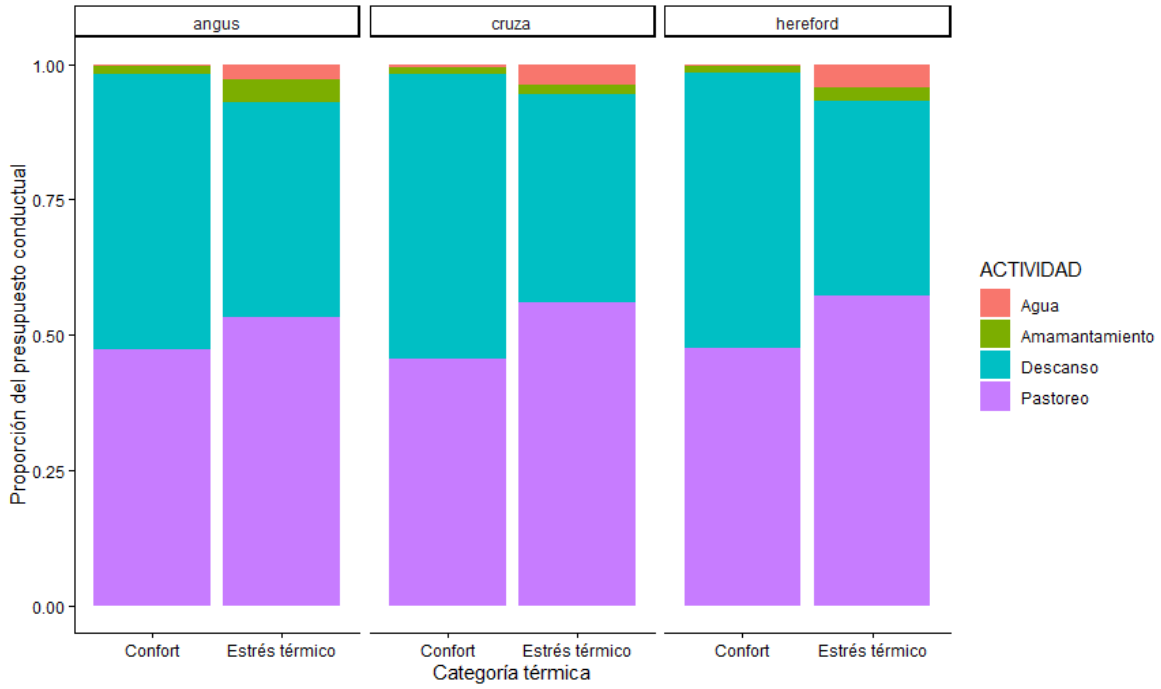
6.2. Cambios en el comportamiento según la condición climática

En situaciones de confort, el pastoreo representó aproximadamente la mitad del tiempo registrado, mientras que el descanso ocupó gran parte del tiempo restante.

Cuando las temperaturas aumentaron y consecuentemente también el ITH, los animales modificaron parte de su comportamiento. El descanso disminuyó y el pastoreo aumentó bajo condiciones de estrés térmico. Este comportamiento se observó en todos los genotipos, según se observa en la Figura 6.

Figura 6

Presupuesto conductual de terneros Angus, Cruza y Hereford según categoría térmica



6.3. Diferencias entre genotipos

Las medias marginales estimadas por genotipo se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Medias marginales estimadas (EMM) de la duración conductual (min) por raza

RAZA	EMM (min)	EE	gl	IC inf. 95%	IC sup. 95%
Angus	−5.20	9.29	813	−23.4	13.03
Cruza	−16.04	9.24	816	−34.2	2.11
Hereford	−7.16	9.32	817	−25.5	11.14

Nota. Resultados promediados sobre ACTIVIDAD, TRAMO_DIA, SolSom y FECHA_c. Método gl: Kenward-Roger. IC al 95%.

Según los contrastes de Tukey, los terneros Cruza presentaron episodios conductuales significativamente más cortos que los Angus (diferencia = 10,84 min; p = 0,007) y que los Hereford (diferencia = 8,88 min; p = 0,032). En cambio, Angus y Hereford no presentaron diferencias significativas entre sí (p = 0,841; ver Anexo C). Si bien estas diferencias fueron estadísticamente significativas, su magnitud (alrededor de 10 minutos por episodio) tendría escasa relevancia biológica (véase Discusión).

Los terneros Cruza mostraron conductas con menor duración en comparación con Angus y Hereford, lo que podría indicar un comportamiento más dinámico (los diagramas de caja del tiempo amamantado por raza y fecha se presentan en el Anexo D).

Algunos valores del modelo aparecen negativos debido a la forma en que se realizaron los cálculos estadísticos, aunque esto no representa tiempos reales negativos.

A continuación se describe el tiempo que cada raza destinó a las distintas conductas evaluadas (expresado en porcentaje del tiempo observado) a lo largo del día, en un ambiente categorizado como de estrés térmico (11 de enero; ITHAD 88,52).

Se observó que en condiciones de mayor estrés térmico las tres razas presentaron un comportamiento prácticamente homogéneo. El tiempo de pastoreo varió apenas entre 27,7% (Angus) y 29,8% (Hereford), con Cruza en un valor intermedio (29,3%). El descanso fue entre 63,8% (Hereford) y 67,4% (Angus), y el uso de sombra fue casi idéntico entre razas, con valores de 63,1% (Cruza), 63,2% (Angus) y 64,0% (Hereford). El consumo de agua ocupó entre el 3,3% (Angus) y el 4,0% (Hereford) del tiempo, con Cruza en un valor intermedio (3,7%), y el amamantamiento entre el 1,6% (Angus y Cruza) y el 2,4% (Hereford). Esta escasa diferencia entre genotipos bajo estrés térmico severo sugiere que el ambiente actuó como uno de los factores más limitantes, por encima del genotipo.

En un ambiente de menor carga térmica (16 de marzo; ITHAD 78,28), el tiempo que cada raza destinó a las conductas evaluadas se modificó.

Se identificaron diferencias entre razas, el genotipo Angus mostró un mayor tiempo de pastoreo (49,3%) frente a Cruza (45,1%) y Hereford (44,9%), acompañado de un menor uso de sombra (37,1%) en comparación con Cruza (53,5%) y Hereford (54,3%), que se comportaron de manera similar entre sí. El descanso, en cambio, fue relativamente parejo entre las tres razas (47,5% a 52,4%). El consumo de agua se redujo a valores de entre 0,7%

(Angus) y 1,1% (Cruza y Hereford), y el amamantamiento ocupó entre el 1,4% (Cruza) y el 2,6% (Angus) del tiempo.

Estos resultados sugieren que la diferencia significativa que se dio en los genotipo depende del nivel de estrés térmico ambiental. Bajo condiciones de calor extremo, la necesidad fisiológica de termorregulación predomina sobre cualquier tendencia racial, generando una respuesta conductual uniforme. Mientras que, en condiciones de menor exigencia térmica, emergen comportamientos diferenciales entre razas, con Angus mostrando un mayor pastoreo y una menor búsqueda de sombra respecto a Hereford y sus cruzas.

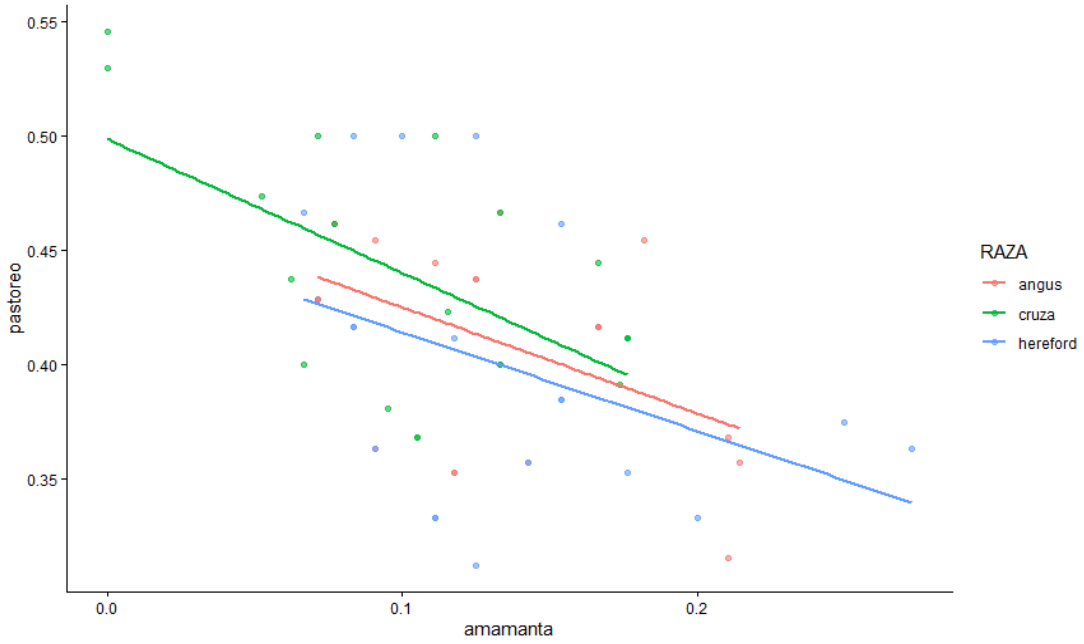
6.4. Diferencias entre actividades

Las medias marginales estimadas por actividad mostraron que el descanso fue la conducta con mayor duración dentro del modelo, seguido por el pastoreo (ver Anexo D). Las diferencias entre descanso y el resto de las conductas fueron altamente significativas ($p < 0,001$; prueba de Tukey). Del mismo modo, el pastoreo presentó diferencias significativas respecto al consumo de agua (+30,22 min; $p < 0,001$) y al amamantamiento (+38,09 min; $p < 0,001$). Las actividades de consumo de agua y amamantamiento fueron las más breves dentro de los registros realizados, sin diferencias significativas entre ellas (diferencia = 7,86 min; $p = 0,507$). En el ANEXO E se puede apreciar los diagramas de caja del tiempo en amamantamiento por raza y fecha.

En la Figura 7 se observa la relación inversa entre el tiempo destinado al amamantamiento y al pastoreo. A medida que aumenta el tiempo dedicado al amamantamiento, disminuye el tiempo destinado al pastoreo. Esta tendencia fue similar en las tres razas evaluadas, aunque con pequeñas diferencias en la intensidad de la respuesta.

Figura 7

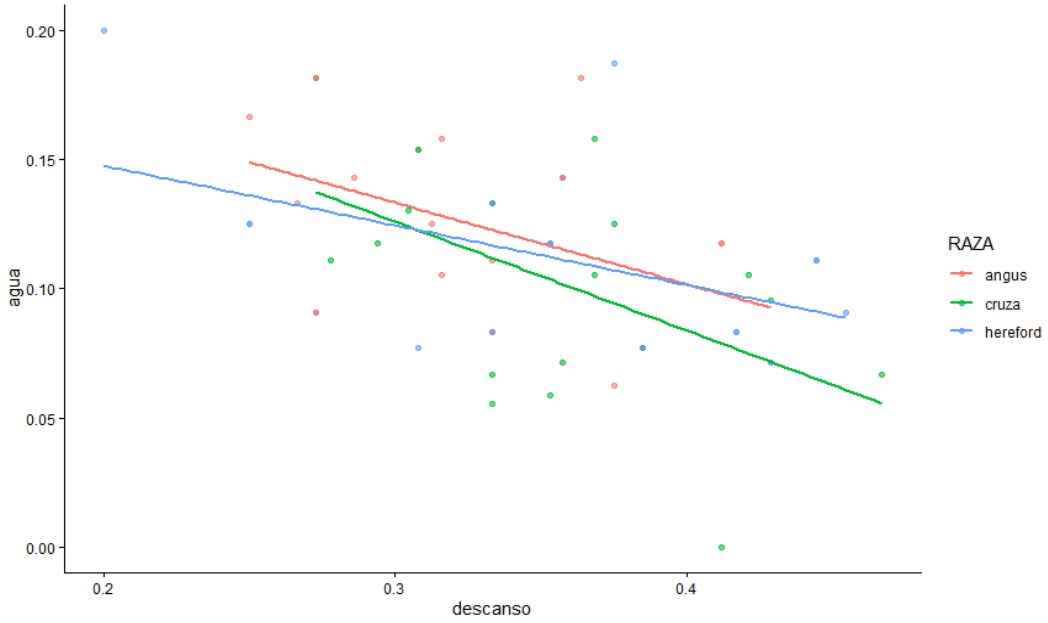
Relación entre pastoreo y amamantamiento según raza



En la Figura 8 se observa la relación inversa entre la actividad consumo de agua y la actividad descanso, según raza. Cuando una de las actividades aumenta en su duración (minutos), la otra tiende a disminuir.

Figura 8

Relación entre consumo de agua y descanso según raza

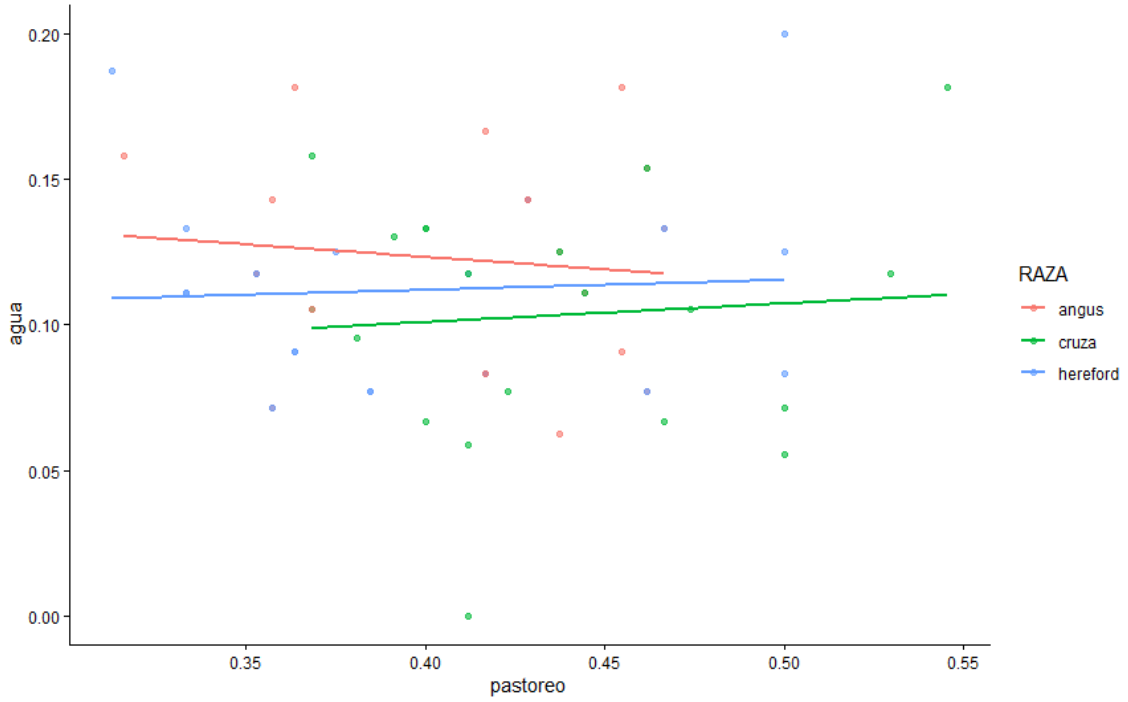


A medida que aumenta el tiempo de descanso, disminuye el tiempo destinado al consumo de agua. Este comportamiento fue consistente en los tres grupos raciales, siendo algo más marcado en los animales cruza.

En la Figura 9 se muestra la relación entre las variables: consumo de agua y pastoreo, según raza.

Figura 9

Relación entre consumo de agua y pastoreo según raza

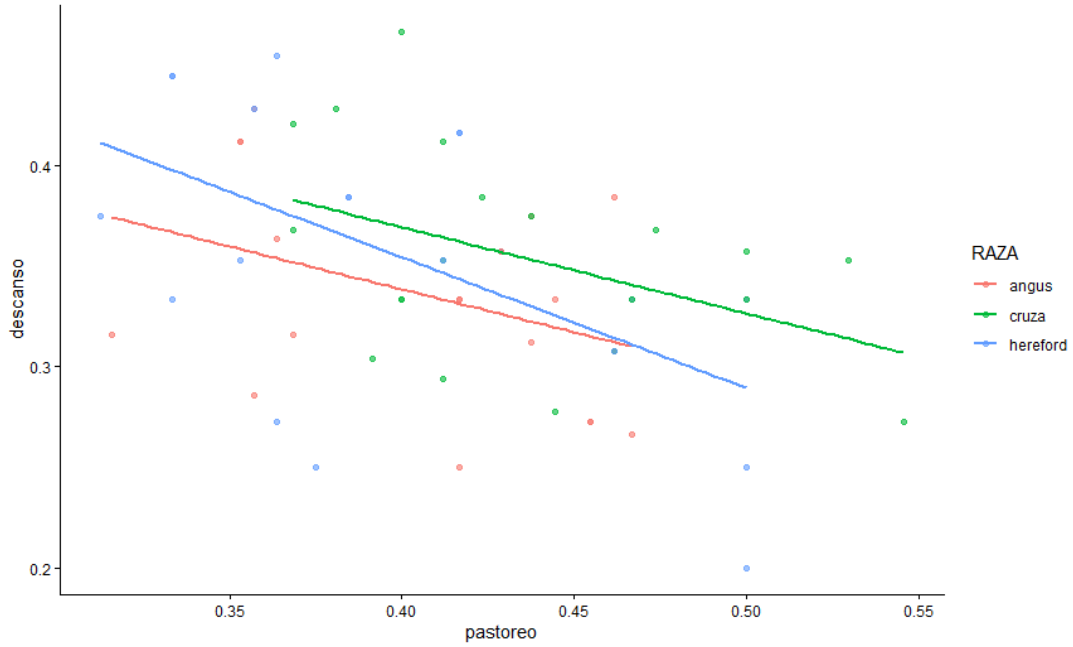


En general, no se observó una relación marcada entre el tiempo dedicado al pastoreo y el consumo de agua. Las variaciones registradas fueron pequeñas y las tendencias difirieron levemente entre razas, lo que sugiere que ambas actividades no estuvieron directamente asociadas durante las observaciones realizadas.

En la Figura 10 se presenta la relación entre las actividades: descanso y pastoreo, según raza.

Figura 10

Relación entre pastoreo y descanso según raza



Se vio una relación negativa entre el tiempo destinado al pastoreo y al descanso. En las tres razas evaluadas, los animales que dedicaron más tiempo al pastoreo tendieron a reducir el tiempo de descanso, reflejando la distribución natural de las actividades a lo largo del día.

6.5. Cambios de comportamiento según temperatura y raza

La interacción entre categoría térmica, actividad y raza mostró un patrón bastante claro en los tres genotipos.

Bajo condiciones de estrés térmico, la duración del descanso disminuyó notablemente en Angus, Cruza y Hereford. En Angus, por ejemplo, el descanso pasó de 87.71 a 51.38 minutos, mientras que en Cruza descendió de 76.81 a 40.48 minutos y en Hereford de 85.78 a 49.45 minutos (los diagramas de caja del tiempo en descanso por raza y fecha se pueden ver en el Anexo F).

Por el contrario, la duración del pastoreo aumentó en las tres razas bajo estrés térmico (los diagramas de caja del tiempo en pastoreo por raza y fecha se presentan en el Anexo G).

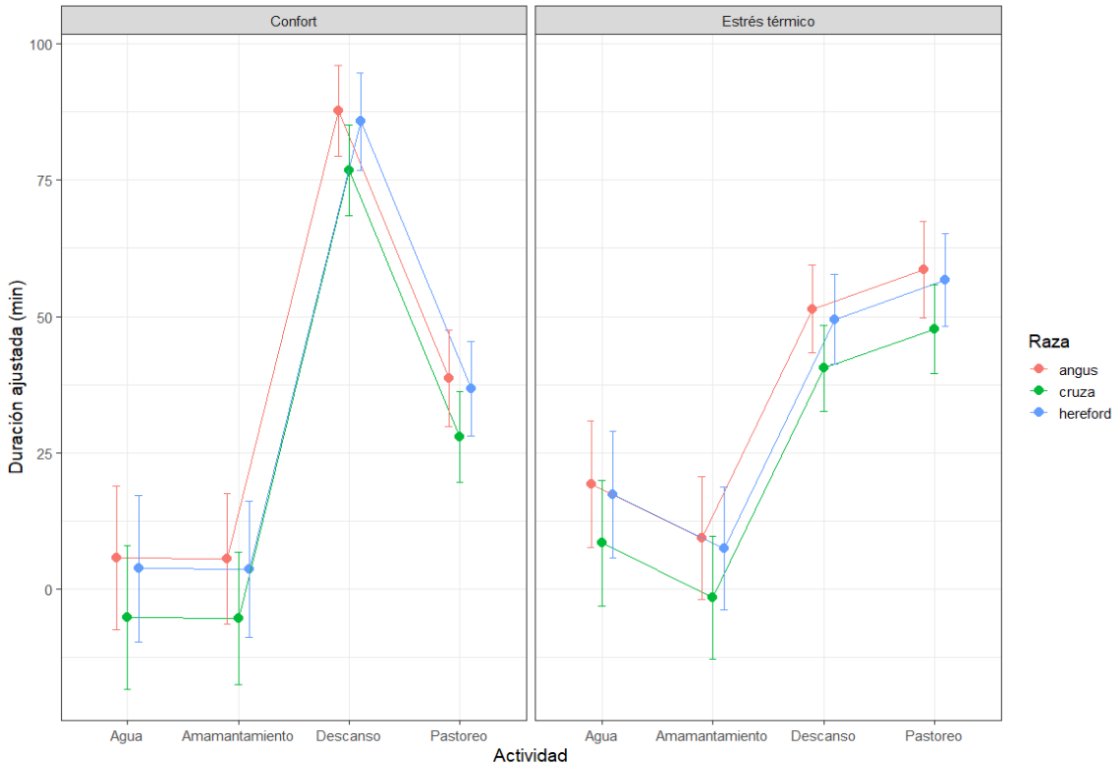
Más allá de algunas diferencias puntuales, las tres razas respondieron de manera bastante similar frente al estrés térmico.

Los terneros Cruza presentaron episodios significativamente más cortos que los Angus, tanto en confort como en estrés térmico, mientras que Angus y Hereford no mostraron diferencias significativas entre sí (Figura 11). Esto se debe a que el modelo estimó el efecto de la raza de forma común para ambas condiciones térmicas, ya que no incluyó una interacción entre raza y categoría térmica.

En la Figura 11 se representa la duración media de cada actividad (expresada en minutos), ajustada por la conducta realizada, la raza y el ambiente térmico (ver Anexo F).

Figura 11

Duración ajustada por actividad y raza según categoría térmica



Nota. EMM ± IC 95%. El descanso disminuyó y el pastoreo aumentó bajo estrés calórico en los tres genotipos.

En la Tabla 6 se puede observar el uso de la sombra por parte de cada raza, en función del tramo del día y el ambiente térmico.

Tabla 6

Comparación uso de sombra (%) en función del mes, tramo del día (AM/PM) y raza

Raza	Tramo	Enero	Marzo	Cambio	P
Angus	AM	7,68	53,03	**+45,36**	**<0,0001**
Angus	PM	64,55	46,87	**−17,68**	**0,0019**
Cruza	AM	10,93	38,89	**+27,97**	**<0,0001**
Cruza	PM	54,33	53,62	−0,71	0,8980
Hereford	AM	7,09	43,76	**+36,68**	**<0,0001**
Hereford	PM	60,24	50,86	−9,38	0,0921

En el tramo de la mañana, las tres razas mostraron un incremento marcado y altamente significativo en el uso de sombra entre enero y marzo: Angus pasó de 7,68% a 53,03% (+45,36 puntos, p<0,0001), Hereford de 7,09% a 43,76% (+36,68 puntos, p<0,0001), y Cruza de 10,93% a 38,89% (+27,97 puntos, p<0,0001). Resulta relevante que este incremento se haya producido a pesar de que el ITH matutino fue similar entre ambas fechas (63,7 en enero vs. 66,0 en marzo), lo que sugiere que el mayor uso de sombra registrado en marzo durante la mañana no respondió únicamente a la temperatura del momento, sino posiblemente a una conducta anticipatoria o a un patrón conductual distinto entre jornadas.

En el tramo de la tarde, en cambio, el comportamiento entre fechas no fue homogéneo entre razas. Angus presentó una disminución significativa en el uso de sombra de enero a marzo (64,55% a 46,87%; −17,68 puntos, p=0,0019); Hereford mostró una tendencia a la baja de magnitud intermedia, aunque sin alcanzar significancia estadística (60,24% a 50,86%; −9,38 puntos, p=0,0921); mientras que Cruza prácticamente no varió entre fechas (54,33% a 53,62%; −0,71 puntos, p=0,8980). Este resultado se notó considerando que el ITH de la tarde fue levemente superior en marzo (83,3) respecto a enero (80,9); es decir, pese a una carga térmica vespertina similar o incluso mayor en marzo, Angus redujo su uso de sombra de

forma significativa, mientras que Cruza mantuvo una respuesta prácticamente idéntica entre ambas jornadas.

Estos resultados demuestran que en la mañana, el cambio entre fechas fue uniforme y altamente significativo en las tres razas, sugiriendo una respuesta conductual compartida, en la tarde el grado de estabilidad o cambio entre fechas dependió del genotipo, siendo Cruza la raza con la respuesta más consistente entre jornadas y Angus la que mostró mayor variabilidad (los diagramas de caja del tiempo en sombra por raza y fecha se presentan en el Anexo H).

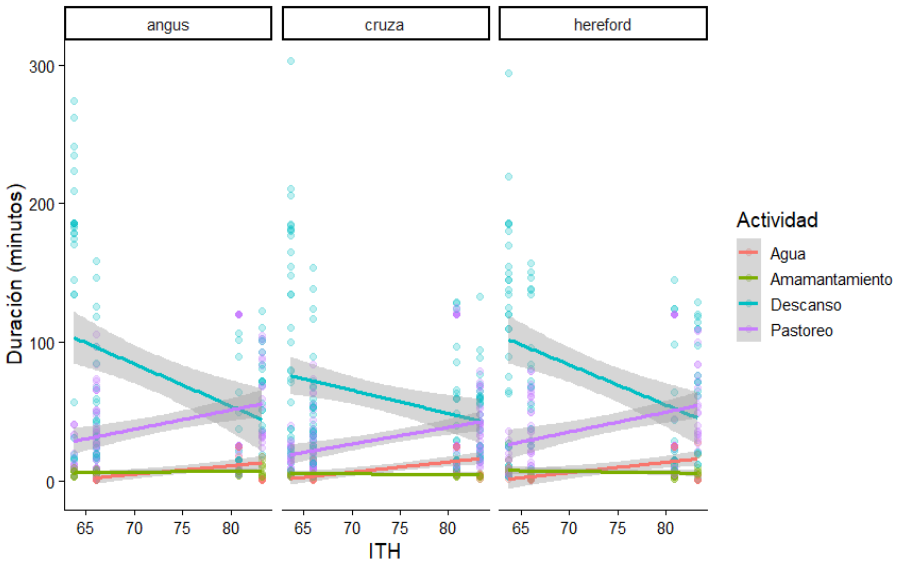
6.6. Relación entre temperatura y comportamiento

Los resultados obtenidos a partir del modelo mostraron tendencias distintas según la actividad evaluada. A medida que aumentó la temperatura y la carga térmica, el descanso tendió a disminuir. En cambio, el pastoreo aumentó con temperaturas más elevadas. Las conductas de amamantamiento y consumo de agua también variaron, aunque los cambios fueron menos marcados.

En términos generales, este comportamiento fue similar en los tres genotipos analizados (Figura 12).

Figura 12

Relación entre la duración de cada actividad y el ITH, según raza

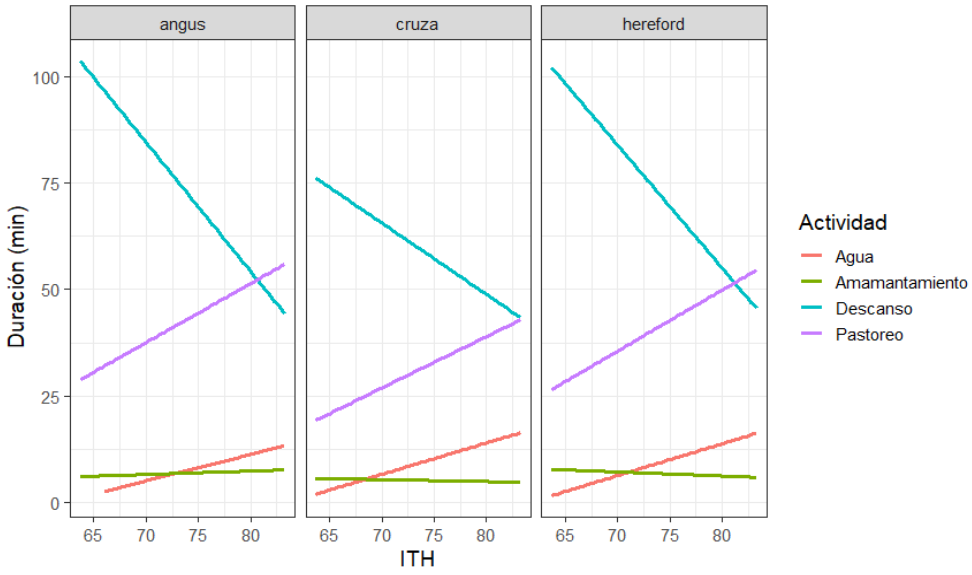


Se mostró que las actividades de los animales variaron en función del ITH. A medida que aumentaron las condiciones de estrés térmico, se observó una tendencia a reducir el tiempo de descanso y aumentar el tiempo destinado al pastoreo. El consumo de agua y el amamantamiento también presentaron variaciones, aunque de menor magnitud. Estas respuestas reflejan la capacidad de los animales para ajustar su comportamiento frente a cambios en las condiciones ambientales.

En la Figura 13 se muestra como varía la duración de las distintas actividades en cada raza, teniendo en cuenta la variación del ITH.

Figura 13

Tendencia de duración de las actividades según ITH y raza



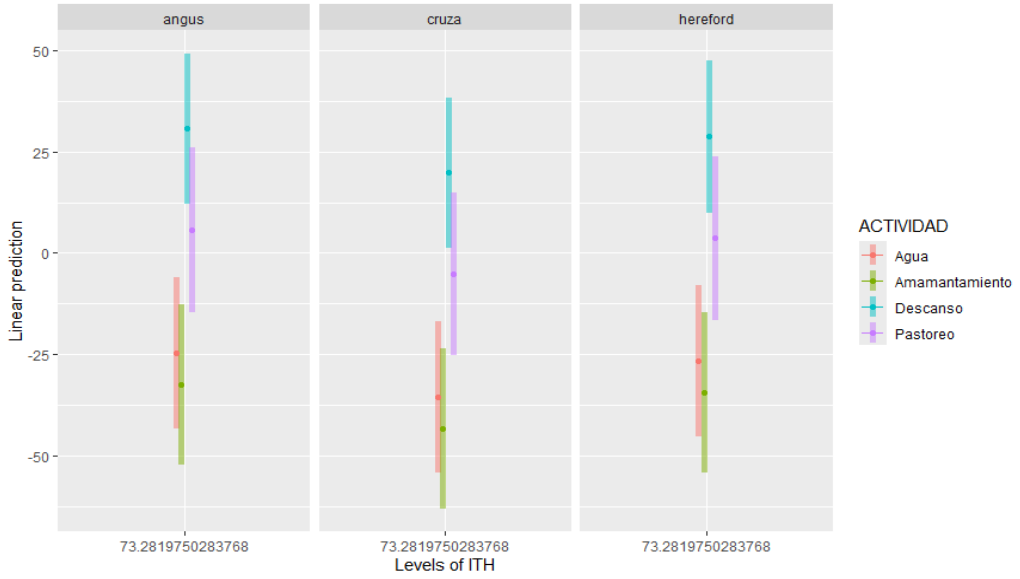
A medida que sube el calor (ITH de 65 a 83), los animales descansan cada vez menos y pastorean cada vez más, hasta que en el pico de calor ambas actividades casi se igualan. El consumo de agua aumenta levemente, y el amamantamiento queda prácticamente plano en las tres razas.

La diferencia más clara entre razas es que la cruza arranca con menos descanso y menos pastoreo que Angus y Hereford, pero el patrón de cambio es el mismo para todas.

La Figura 14 ilustra las predicciones del modelo lineal mixto ajustado, en función del ITH por actividad y raza.

Figura 14

Predicciones del modelo: duración conductual (min) en función del ITH por actividad y raza



El descanso decrece y el pastoreo aumenta con la carga térmica.

La Tabla 7 permite apreciar el efecto de la carga térmica acumulada (ITH ajustado a cinco días), sobre la duración en minutos de cada actividad.

Tabla 7

Efecto del ITH_5d (carga térmica acumulada) sobre cada actividad

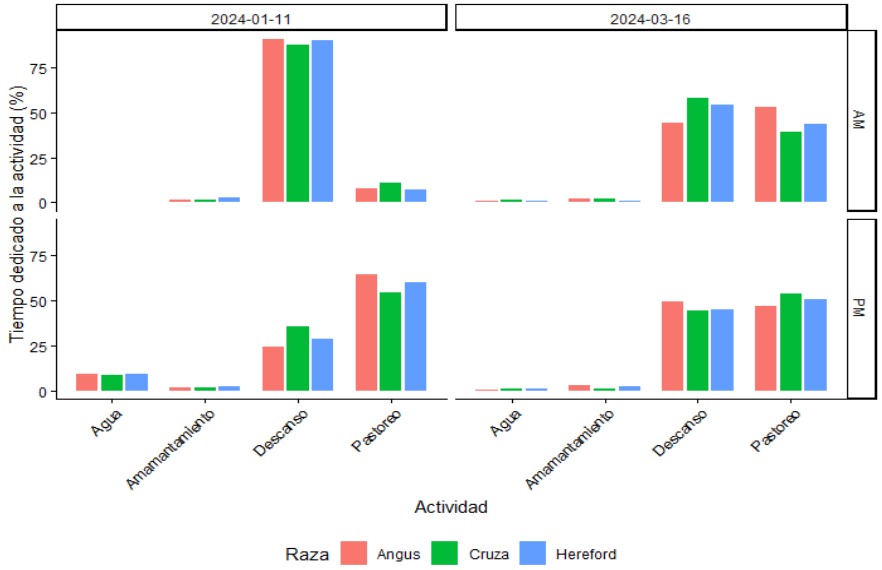
Actividad	Efecto ITH_5d	p	ITH_5d × Raza	p	Interpretación
Pastoreo	−1,558	**0,0127**	No	0,979–0,981	↑ carga térmica → ↓ pastoreo
Descanso	+1,207	0,0788	No	0,881–0,959	Tendencia a ↑ descanso
Amamantamiento	−0,105	0,0976	No	0,149–0,056	Tendencia a ↓ amamantamiento
Consumo de agua	+0,456	**<0,001**	No	0,470–0,738	↑ carga térmica → ↑ actividad de agua

Los resultados mostraron que el ITH_5d tuvo un efecto significativo sobre el tiempo de pastoreo (efecto = −1,558; p=0,0127), indicando que a mayor carga térmica acumulada se registró una reducción del tiempo destinado a esta actividad. También afectó significativamente el tiempo de consumo de agua (efecto = +0,456; p<0,001), evidenciando un incremento de esta conducta ante mayores niveles de calor acumulado. Para el tiempo de descanso (efecto = +1,207; p=0,0788) y de amamantamiento (efecto = −0,105; p=0,0976), se observaron lo que se esperaba, un aumento del descanso y disminución del amamantamiento ante mayor carga térmica acumulada, pero sin alcanzar significancia estadística al nivel convencional de 0,05.

En ninguna de las cuatro actividades se detectó una interacción significativa entre el ITH_5d y la raza (p entre 0,056 y 0,981 según la actividad), lo que indica que el efecto de la carga térmica acumulada sobre el comportamiento fue estadísticamente equivalente entre Angus, Hereford y sus cruzas. Este resultado refuerza la evidencia presentada previamente respecto al rol predominante del ambiente por sobre el genotipo en la modulación del comportamiento bovino frente al estrés térmico.

Figura 15

Distribución tiempo dedicado a cada actividad (%) según raza, tramo horario (AM/PM) y fecha experimental



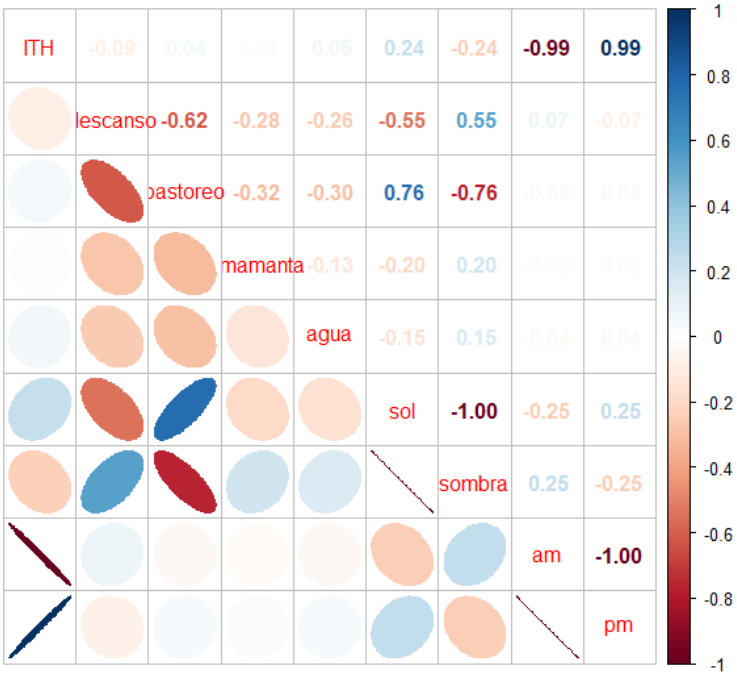
6.7. Relación entre las conductas y el ambiente

El análisis de correlaciones permitió observar relaciones claras entre las conductas y las variables ambientales. Se observó que cuando los animales descansaban más, tendían a pastorear menos, y viceversa.

Por el contrario, el descanso presentó el patrón inverso. Las variables sol/sombra y AM/PM mostraron correlaciones perfectamente negativas debido a que representan condiciones mutuamente excluyentes (Figura 16, ver Anexo I).

Figura 16

Matriz de correlaciones de Pearson entre conductas, ITH y variables ambientales



Nota. Elipses azules = correlación positiva; rojas = negativa. El tamaño indica la magnitud.

6.8. Uso de sombra

La prueba de chi-cuadrado mostró una asociación altamente significativa entre el tipo de conducta y la condición de exposición solar ($\chi^2 = 518.82$, gl = 3, $p < 0.001$).

La sombra fue utilizada principalmente durante el descanso y el amamantamiento, mientras que el pastoreo ocurrió con mayor frecuencia bajo exposición solar directa.

Esto muestra que la sombra fue utilizada por los animales como una herramienta para aliviar las condiciones de calor.

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que los terneros modificaron parte de su comportamiento frente a las condiciones de estrés térmico. En general, cuando aumentó la carga térmica ambiental, los animales cambiaron principalmente el tiempo destinado al descanso y al pastoreo.

Estos resultados coinciden con lo observado por Pereyra Pérez Gomar y Ponce de León Andregnette (2023), quienes describieron cambios en el comportamiento de los animales durante situaciones de mayor carga térmica. Uno de los cambios más notorios fue la disminución en la duración de los períodos de descanso bajo condiciones de mayor temperatura. Esto podría estar relacionado con la necesidad de los animales de buscar condiciones más favorables para disipar del calor, como el acceso al agua o a sectores con sombra.

Trabajando con vacas de cría de las razas Angus, Hereford y Cruzas, Inzaurraga Machado y Vera Carrau (2025) encontraron diferencias significativas entre el comportamiento y el nivel de ITH. En condiciones de ITH alto (85,25, calculado para el mes de enero), los animales modificaron su patrón de comportamiento y permanecieron por más tiempo expuestos a la sombra independientemente del genotipo (137 minutos más con respecto al mes de marzo, donde el ITH fue de 76,5). Esto es consistente con los resultados del presente trabajo, donde se observó un aumento en la exposición a la sombra por parte de los animales como estrategia para disminuir el estrés térmico. Es importante destacar que dichas vacas de cría son madres de los terneros evaluados en este trabajo, por lo que comparten genotipo y fueron evaluadas en las mismas condiciones ambientales y de manejo que nuestros terneros. Esto le brinda mayor solidez a los resultados obtenidos.

Fernández Rodríguez et al. (2022) obtuvieron resultados similares cuando evaluaron el comportamiento animal durante el verano en vaquillonas Hereford, pastoreando campo natural y con libre acceso a sombra. Los animales hicieron un mayor uso de la sombra los días 25 de enero y 3 de marzo de 2021, donde se registró la mayor cantidad de horas con un ITH alto (mayor a 72). Esto refuerza la idea de que, en condiciones de estrés térmico, el acceso a sombra es clave para el bienestar animal.

Becoña López y Casella Echeverría (1999) evaluaron terneras Hereford y Holando en condiciones pastoriles durante el período estival, en el departamento de Salto. Encontraron que el tiempo destinado al pastoreo se incrementó como consecuencia de un mayor nivel de ITH. En condiciones de estrés térmico, provocadas por un ITH mayor a 74, estos autores observaron que los animales sin acceso a sombra modificaban su comportamiento. Dichos animales extendían el pastoreo durante la mañana hasta las 10:30 horas y lo retomaban a las 17:00 horas, como estrategia para evitar el pastoreo durante las horas de mayor carga térmica. Esta redistribución del pastoreo hacia las horas más frescas del día es coherente con los resultados obtenidos en este trabajo, donde se obtuvo una correlación alta y positiva ($r = +0.76$) entre el tiempo total dedicado al pastoreo (a nivel diario) y el ITH. Los días de mayor estrés térmico, los animales habrían compensado su menor actividad con períodos de pastoreo más extensos en las horas de menor temperatura, explicando así dicha correlación positiva.

En relación con las diferencias entre razas, si bien aparecieron algunas variaciones en la duración de ciertas conductas, el comportamiento general fue bastante similar entre Angus, Cruza y Hereford. Los animales Cruza presentaron episodios conductuales algo más cortos, lo que podría indicar un comportamiento más dinámico, aunque sería necesario continuar investigando este aspecto. No obstante, aunque la diferencia de aproximadamente 10 minutos por episodio entre la Cruza y los otros genotipos fue estadísticamente significativa, no tendría relevancia biológica en términos de pastoreo ni de consumo de forraje. Sería interesante evaluar en futuros trabajos, con un mayor número de mediciones, si esta diferencia se incrementa en cada una de las actividades y adquiere importancia biológica.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Odde et al. (1985), quienes no encontraron un efecto significativo de la raza sobre la frecuencia ni la duración del amamantamiento en terneros de carne. En contraste, las diferencias observadas entre las fechas de evaluación podrían atribuirse a las condiciones ambientales registradas, particularmente a las variaciones en el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), ya que el estrés térmico ha demostrado modificar el comportamiento de amamantamiento y otras respuestas conductuales de los bovinos.

Las correlaciones observadas entre descanso y pastoreo muestran que ambas conductas estuvieron fuertemente relacionadas. Cuando una aumentó, la otra tendió a disminuir, algo esperable considerando que el tiempo disponible para realizar actividades es limitado.

En términos generales, los resultados indican que las condiciones ambientales tuvieron una influencia mayor que las diferencias individuales entre animales. Esto muestra que el manejo del ambiente puede tener un papel importante en el bienestar animal, especialmente la disponibilidad de sombra y agua, para favorecer el bienestar animal durante períodos de altas temperaturas.

De acuerdo con lo señalado por Temple et al. (2023) y Fagúndez (2005), la implementación de estrategias como la disponibilidad de sombra, ya sea natural o artificial, el suministro permanente de agua de buena calidad y la incorporación de sistemas silvopastoriles contribuyen significativamente a disminuir el impacto del estrés térmico en los sistemas de producción ganadera. En este contexto, el diseño de sistemas pastoriles que garanticen estos recursos favorece el bienestar de los animales y permite sostener los niveles de productividad, incluso frente a condiciones ambientales desfavorables.

Una de las principales restricciones de este trabajo fue la corta duración del período de evaluación, ya que las observaciones se realizaron únicamente durante dos jornadas, y no se pudo pesar los terneros al inicio o final de la parte práctica. Si bien los días seleccionados presentaron condiciones contrastantes de temperatura y humedad, extender el monitoreo a un período más amplio durante la estación estival permitiría abarcar una mayor variabilidad de escenarios climáticos y respuestas comportamentales, incrementando la representatividad y solidez de los resultados obtenidos.

Por otra parte, aunque la observación directa constituye una herramienta útil para describir con precisión el comportamiento de los animales, su aplicación puede verse afectada por la subjetividad del observador y por las limitaciones en el volumen de información que es posible registrar y analizar. En este sentido, Batista Taborda (2016) y Temple et al. (2023) destacan que el empleo de tecnologías como dispositivos GPS, acelerómetros y sensores térmicos representa una alternativa que mejora la obtención de datos, al posibilitar un monitoreo permanente, con menor intervención sobre los animales.

8. CONCLUSIÓN

En este trabajo se observó que los terneros modificaron su comportamiento frente a situaciones de estrés térmico, principalmente mediante cambios en el descanso, el pastoreo y el uso de sombra.

Los tres genotipos mostraron comportamientos bastante parecidos frente al estrés térmico, lo que sugiere que la temperatura y el ambiente fueron factores que influyeron claramente en el comportamiento de los animales.

Por otra parte, la demanda de amamantamiento de los terneros disminuye con la edad (Casal et al., 2009; Pereyra Pérez Gomar & Ponce de León Andregnette, 2023). En marzo los terneros tenían aproximadamente dos meses más que en enero, por lo que necesitaban menos leche y comenzaron a suplir el amamantamiento con pastoreo. Por lo tanto, el mayor tiempo de pastoreo observado en marzo no se explicaría únicamente por el ambiente climático o el estrés calórico, sino también por la edad de los terneros.

Además, este trabajo mostró la importancia de contar con recursos como sombra y agua para favorecer el bienestar de los terneros durante períodos de altas temperaturas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amundson, J. L., Mader, T. L., Rasby, R. J., & Hu, Q. S. (2006). Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *Journal of Animal Science*, *84*(12), 3415-3420. https://doi.org/10.2527/jas.2005-611

Angenscheidt Castells, A., & Sarríes Liendo, R. J. (2023). *Producción de leche en vacas primíparas y crecimiento de los terneros en las razas Angus, Braford, Brangus y Hereford en pastoreo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/47052

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. https://www.scielo.cl/pdf/amv/v40n1/art02.pdf

Batista Taborda, P. A. (2016). *Expresión de características de adaptación, crecimiento y comportamiento en la cruza Bonsmara-Hereford en sistemas pastoriles del Uruguay* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/27714

Batista Taborda, P. A., & Tecco Peñaloza, N. (2011). *Desempeño de terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puro desde el nacimiento hasta el destete en condiciones pastoriles del Uruguay* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. http://hdl.handle.net/20.500.12008/9705

Bavera, G. A. (2005). *Lactancia y destete definitivo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/34-lactancia_y_destete_definitivo.pdf

Bavera, G. A., & Peñafort, C. (2005). *Condición Corporal (CC)*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf

Becoña López, G., & Casella Echeverría, M. P. (1999). *Efecto de la sombra sobre el comportamiento animal en terneros Holando y Hereford en el período estival* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/27298

Beretta, V., & Bruni, M. Á. (1998). *Manejo del agua de bebida en sistemas lecheros y ganaderos*. Plan Agropecuario. http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart12/Cart12.htm

Bonasso Sierra, L. I., & Costa Ferres, R. (2021). *Relación entre condición corporal al parto y porcentaje de preñez en Aberdeen Angus* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/31733

Bonilla, W. (1981). Importancia del calostro en la alimentación del ternero recién nacido. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu*, (7), 16-18. https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/26633/NR11453.pdf

Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., & Belyea, R. (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research, 51*(6), 479-491. https://doi.org/10.1051/animres:2002036

Calvo-Lorenzo, M. S., Hulbert, L. E., Fowler, A. L., Louie, A., Gershwin, L. J., Pinkerton, K. E., Ballou, M. A., Klasing, K. C., & Mitloehner, F. M. (2016). Wooden hutch space allowance influences male Holstein calf health, performance, daily lying time, and respiratory immunity. *Journal of Dairy Science, 99*(6), 4678-4692. https://doi.org/10.3168/jds.2016-10888

Casal, A., Graña, A., & Gutiérrez, V. (2009). *Producción y composición de leche de vacas primíparas de las razas Hereford, Angus y sus cruzas F1 mediante el uso de dos técnicas* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/19256

Claramunt, M., & Rodríguez Palma, R. (2015). *Consultoría sobre actualización y mejora del programa "Modelización de una Explotación Ganadera Extensiva (MEGanE)"*. MGAP. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22227_megane.pdf

Correa, D., & Brito, G. (2017). Fase II: Trabajo en plantas frigoríficas. En G. Brito, D. Correa, & R. San Julián (Eds.), *Tercera auditoría de calidad de carne vacuna del Uruguay* (pp. 13-33). INIA. https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/st-229-2017.p.13-33.pdf

Cunningham, E. P. (1981). Selection and crossbreeding strategies in adverse environments. En *Animal genetic resources conservation and management*. FAO; UNEP. https://www.fao.org/4/X6526E/X6526E26.htm

Das, S. M., Redbo, I., & Wiktorsson, H. (2000). Effects of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods. *Applied Animal Behaviour Science, 67*(1-2), 47-57. https://doi.org/10.1016/s0168-1591(99)00115-x

De Castro Larraechea, T. (2002). Anestro posparto en la vaca de cría. En R. Ungerfeld (Ed.), *Reproducción en los animales domésticos* (pp. 207-217). Melibea.

De Passillé, A. M. B., & Rushen, J. (2006). Calves' behaviour during nursing is affected by feeding motivation and milk availability. *Applied Animal Behaviour Science, 101*(3-4), 264-275. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.02.007

Donzelli, M. V., Catalano, R. C., Burges, J. C., & Machado, C. F. (2010). Efecto de la nutrición sobre la duración del anestro postparto en vacas de cría. *InVet*, *12*(2), 183-194. https://www.scielo.org.ar/pdf/invet/v12n2/v12n2a08.pdf

Drewry, K. J., Brown, C. J., & Honea, R. S. (1959). Relationship among factors associated with mothering ability in beef cattle. *Journal of Animal Science, 18*(3), 938-946. https://doi.org/10.2527/jas1959.183938x

Duarte, E. (2013, 13 de octubre). *Uso del Agua en establecimientos agropecuarios: Sistema de abrevadero (Parte I): ¿Cuánta agua toma una vaca?* Engormix. https://www.engormix.com/lecheria/consumo-agua-bovinos/uso-agua-establecimientos-agropecuarios_a30396/

Espasandin, A. C. (2004). El uso de cruzamientos vs. la utilización de razas puras para la producción de carne bovina. *Cangüé*, (25), 15-18. https://hdl.handle.net/20.500.12008/47995

Espasandin, A. C., Packer, I. U., & de Alencar, M. M. (2001). Produção de leite e comportamento de amamentação em cinco sistemas de produção de gado de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *30*(3), 702-708. https://www.scielo.br/j/rbz/a/KPKTCvmLctnw9PcbdwKcYzr/?format=pdf&lang=pt

Espinoza, J., López, R., Ortega, R., Palacios, A., Guillén, A., & Hernández, H. (2011). Hábitos de amamantamiento del ganado bovino Chinampo (Bos taurus) de México. *Revista MVZ Córdoba, 16*(3), 2686-2691.

Fagúndez, D. (2005). *Encuesta de preñez: Ganadería vacuna de carne*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/te242_encuestadepre25c325b1ez_2006_2_0.pdf

Farm Animal Welfare Council. (2009). *Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future*. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7d89fe40f0b64fe6c24508/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past__Present_and_Future.pdf

Fernández Rodríguez, E., Mousques Ortiz, R., & Scaldaferro Rubini, J. I. (2022). *Impacto del estrés calórico sobre el crecimiento y comportamiento en pastoreo sobre campo natural de vaquillonas Hereford con y sin acceso a sombra* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/42204

Galina, C. S., & Arthur, G. H. (1991). Reinicio de la actividad ovárica posparto: Factores que la afectan. En *XIX Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 78-95). CMVP. https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/961/JB1991_78-95.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garzón, J. P., Sandes, C., Collazo, D. E., Urioste, V., Lockhart, B., Pla, M., Fariña, S., & Gastal, G. D. A. (2021). Pérdidas fetales en vacas Holstein asociados con el índice de temperatura-humedad en Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, *29*(Suppl. 1), 124-126. https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/2951-Article-Text-10069-4-10-20211213-11.pdf

Gimeno, D., Aguilar, I., Avendaño, S., & Navajas, E. (2002). La ventaja del novillo cruza en sistemas extensivos de producción: Períodos de crecimiento: Destete-tres años de edad. En *Seminario de Actualización Técnica: Cruzamientos en bovinos para carnes* (pp. 21-30). INIA. https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11089/1/SAD-295.pdf

Iewdiukow Godiño, M. (2019). *Comparación de modelos de estimación y factores que afectan la producción de leche en ganado de carne en condiciones pastoriles* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/31574

Inzaurraga Machado, A., & Vera Carrau, M. M. (2025). *Análisis comparativo del comportamiento en pastoreo de vacas Hereford, Angus y sus cruzas durante el verano en un sistema pastoril del litoral de Uruguay* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/52284

Jiménez de Aréchaga, C., & Quintans, G. (2006). Control del amamantamiento en vacas de primera cría. En M. Bemhaja & O. Pittaluga (Eds.), *30 años de investigación en suelos de areniscas INIA Tacuarembó* (pp. 103-120). INIA. https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7507/1/ST-159-103-120..pdf

Krachun, C., Rushen, J., & de Passillé, A. M. (2010). Play behaviour in dairy calves is reduced by weaning and by a low energy intake. *Applied Animal Behaviour Science*, *122*(2-4), 71-76. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.12.002

Lagos, F. (s.f.). *Raza.* Brangus Uruguay. https://www.brangus.org.uy/index.php/raza.html

Mačuhová, J., Jais, C., Oppermann, R., & Wendl, G. (2009). Wasseraufnahme von Kälbern in der Mutterkuhhaltung. En *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung* (pp. 193-195). KTBL. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/DVG-Tagung/11479_Etho_2009.pdf

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. https://doi.org/10.2527/2006.843712x

Manual de bienestar animal: Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena: Versión 1. (2016). Senasa. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bienestar_animal.pdf

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Nutrient requirements of beef cattle* (8th rev. ed.). NAP.

Odde, K. G., Kiracofe, G. H., & Schalles, R. R. (1985). Suckling behavior in range beef calves. *Journal of Animal Science*, *61*(2), 307-309. https://doi.org/10.2527/jas1985.612307x

Olaechea Meneses, J. I. (2016). *Calidad microbiológica del agua de consumo de bovinos en dos establos lecheros del distrito de Santa Rita de Siguas, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa* [Trabajo final de grado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Santa María. https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e8b118b0-fcd0-43ca-a8b4-927ca3266db2/content

Pereyra Pérez Gomar, J. F., & Ponce de León Andregnette, L. P. (2023). *Comportamiento de amamantamiento de terneros en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/47074

Razzaghi, A., Ghaffari, M. H., & Rico, D. E. (2023). The impact of environmental and nutritional stresses on milk fat synthesis in dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*, *83*, Artículo e106784. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106784

Robson, C., Aller, J. F., Callejas, S., & Alberio, R. H. (2008). Dinámica folicular posparto y comportamiento del amamantamiento en razas Angus y Criolla argentina. *Archivos de Zootecnia, 57*(220), 477-488. https://www.redalyc.org/pdf/495/49515034009.pdf

Rogberg Muñoz, M. (2006). *Heterosis y desempeño en características de crecimiento en las razas Angus, Hereford y su cruza F1* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. https://hdl.handle.net/20.500.12008/37433

Rojas, C. (1986). Hibridismo en producción de carne. *IPA Carillanca, 5*(4), 24-27. https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/39334/NR04827.pdf?sequence=1

Saravia, C., Astigarraga, L., Van Lier, E., & Bentancur, O. (2011). Impacto de las olas de calor en vacas lecheras en Salto (Uruguay). *Agrociencia (Uruguay)*, *15*(1), 93-102. https://doi.org/10.31285/AGRO.15.615

Short, R. E., & Adams, D. C. (1988). Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. *Canadian Journal of Animal Science, 68*(1), 29-39. https://doi.org/10.4141/cjas88-003

Short, R. E., Bellows, R. A., Staigmiller, R. B., Berardinelli, J. G., & Custer, E. E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, *68*(3), 799-816. https://doi.org/10.2527/1990.683799x

Sociedad de Criadores Aberdeen Angus del Uruguay. (s.f.). *Cartilla: Condición corporal*. INIA. https://angusuruguay.com/wp-content/uploads/2021/12/Cartilla-de-condicion-corporal.pdf

Temple, D., Bargo, F., Mainau, E., Ipharraguerre, I., & Manteca, X. (2023). *Efecto del estrés por calor en la producción de las vacas de leche: Una visión práctica*. AWEC. https://awecadvisors.org/animales-de-granja/efecto-del-estres-por-calor-en-la-produccion-de-las-vacas-de-leche-una-vision-practica/

Urioste Aguerre, J. I. (1995). Bases para la definición de objetivos de selección en bovinos de carne. *Notas Técnicas*, (37), 1-36. http://hdl.handle.net/20.500.12008/18395

Uso del agua en ganadería. (2016, 29 de enero). Mundo ganadero. https://www.agronegocios.es/mundo-ganadero/uso-del-agua-en-ganaderia-generalidades/

Vizcarra, J. A., Ibáñez, W., & Orcasberro, R. (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*, (7), 45-47.

Whalin, L., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2021). Understanding behavioural development of calves in natural settings to inform calf management. *Animals, 11*(8), Artículo e2446. https://doi.org/10.3390/ani11082446

Wheelock, J. B., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Sanders, S. R., & Baumgard, L. H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *93*(2), 644-655. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2295

Winchester, C. F., & Morris, M. J. (1956). Water intake rates of cattle. *Journal of Animal Science*, *15*(3), 722-740. https://doi.org/10.2527/jas1956.153722x

10. ANEXOS

Las siguientes tablas complementan los resultados presentados en el cuerpo del texto y se incluyen como material de referencia adicional.

Anexo A

Efectos fijos del modelo lineal mixto para la duración conductual (minutos)

Efecto fijo	β	EE	gl	t	P
(Intercepto)	−0.44	7.70	869	−0.057	0.954
ITH_cat: Estrés térmico	13.64	8.60	869	1.586	0.113
ACTIVIDAD: Amamantamiento	−0.10	8.29	869	−0.012	0.991
ACTIVIDAD: Descanso	82.08	6.91	869	11.884	< 0.001 ***
ACTIVIDAD: Pastoreo	33.09	8.07	869	4.099	< 0.001 ***
RAZA: Cruza	−10.90	3.28	869	−3.328	0.001 ***
RAZA: Hereford	−1.93	3.53	869	−0.547	0.585
SolSom: Sombra	11.61	4.89	869	2.374	0.018 *
FECHA_c	−0.0000016	0.0000005	869	−3.175	0.002 **
ITH_cat × Amamantamiento	−9.90	11.35	869	−0.872	0.384
ITH_cat × Descanso	−49.97	9.55	869	−5.232	< 0.001 ***

ITH_cat × Pastoreo	6.24	9.53	869	0.655	0.513

Nota. Grados de libertad estimados por el método de Kenward-Roger (Satterthwaite). Signif.: *** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05.

Anexo B

Medias marginales estimadas (EMM) por categoría térmica, actividad y raza

ITH_cat	Actividad	Raza	EMM	EE	IC inf.	IC sup.	gl
Confort	Consumo de agua	Angus	5.63	6.70	−7.52	18.78	632
Estrés térmico	Consumo de agua	Angus	19.28	5.91	7.66	30.89	536
Confort	Amamantamiento	Angus	5.53	6.11	−6.46	17.53	561
Estrés térmico	Amamantamiento	Angus	9.28	5.74	−2.01	20.56	478
Confort	Descanso	Angus	87.71	4.26	79.32	96.10	229
Estrés térmico	Descanso	Angus	51.38	4.13	43.25	59.51	216
Confort	Pastoreo	Angus	38.72	4.49	29.88	47.57	269
Estrés térmico	Pastoreo	Angus	58.61	4.48	49.79	67.43	260
Confort	Consumo de agua	Cruza	−5.27	6.71	−18.45	7.92	632
Estrés térmico	Consumo de agua	Cruza	8.37	5.89	−3.19	19.94	535
Confort	Amamantamiento	Cruza	−5.37	6.18	−17.51	6.77	553
Estrés térmico	Amamantamiento	Cruza	−1.62	5.70	−12.83	9.59	466
Confort	Descanso	Cruza	76.81	4.24	68.45	85.17	215
Estrés térmico	Descanso	Cruza	40.48	4.00	32.59	48.37	191
Confort	Pastoreo	Cruza	27.82	4.23	19.49	36.16	224
Estrés térmico	Pastoreo	Cruza	47.71	4.15	39.52	55.89	210
Confort	Consumo de agua	Hereford	3.70	6.87	−9.80	17.20	639

Estrés térmico	Consumo de agua	Hereford	17.34	5.92	5.71	28.98	535
Confort	Amamantamiento	Hereford	3.60	6.34	−8.84	16.05	568
Estrés térmico	Amamantamiento	Hereford	7.35	5.74	−3.94	18.64	477
Confort	Descanso	Hereford	85.78	4.53	76.86	94.69	260
Estrés térmico	Descanso	Hereford	49.45	4.18	41.20	57.69	214
Confort	Pastoreo	Hereford	36.79	4.42	28.10	45.49	261
Estrés térmico	Pastoreo	Hereford	56.68	4.30	48.20	65.15	237

Nota. Resultados promediados sobre SolSom y FECHA_c. Método gl: Kenward-Roger. IC al 95%.

Anexo C

Contrastes entre razas para la duración conductual (ajuste de Tukey)

Contraste	Estimado	EE	gl	t	p (Tukey)
Angus − Cruza	10.84	3.23	24.6	3.359	0.0069 **
Angus − Hereford	1.96	3.48	33.0	0.563	0.8405
Cruza − Hereford	−8.88	3.31	26.8	−2.685	0.0319 *

Nota. Ajuste: método de Tukey para una familia de 3 estimados. ** p < 0,01; * p < 0,05.

Anexo D

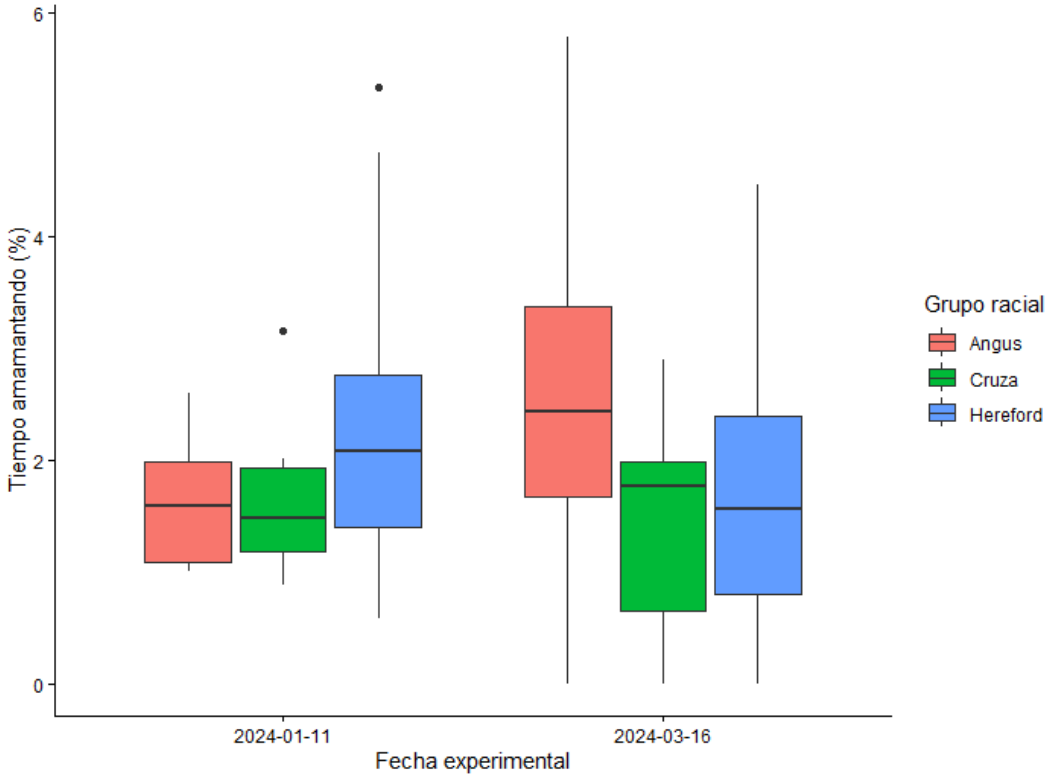
Medias marginales estimadas (EMM) de la duración conductual (min) por actividad

Actividad	EMM (min)	EE	IC inf.	IC sup.	gl
Consumo de agua	−28.86	9.29	−47.10	−10.60	868
Amamantamiento	−36.73	9.86	−56.09	−17.40	868
Descanso	26.36	9.28	8.15	44.60	868
Pastoreo	1.36	10.10	−18.41	21.10	868

Nota. Resultados promediados sobre RAZA, TRAMO_DIA, SolSom y FECHA_c. Método gl: Kenward-Roger. IC al 95%.

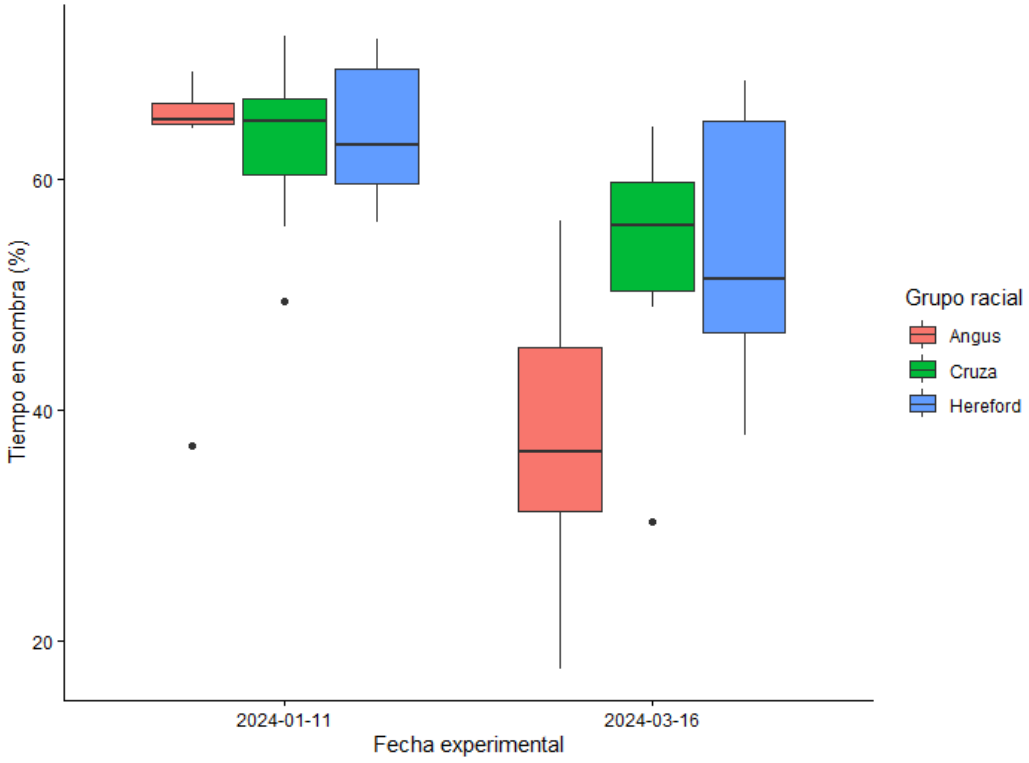
Anexo E

Comportamiento de amamantamiento según raza y fecha



Anexo F

Tiempo en sombra por raza y fecha



Anexo G

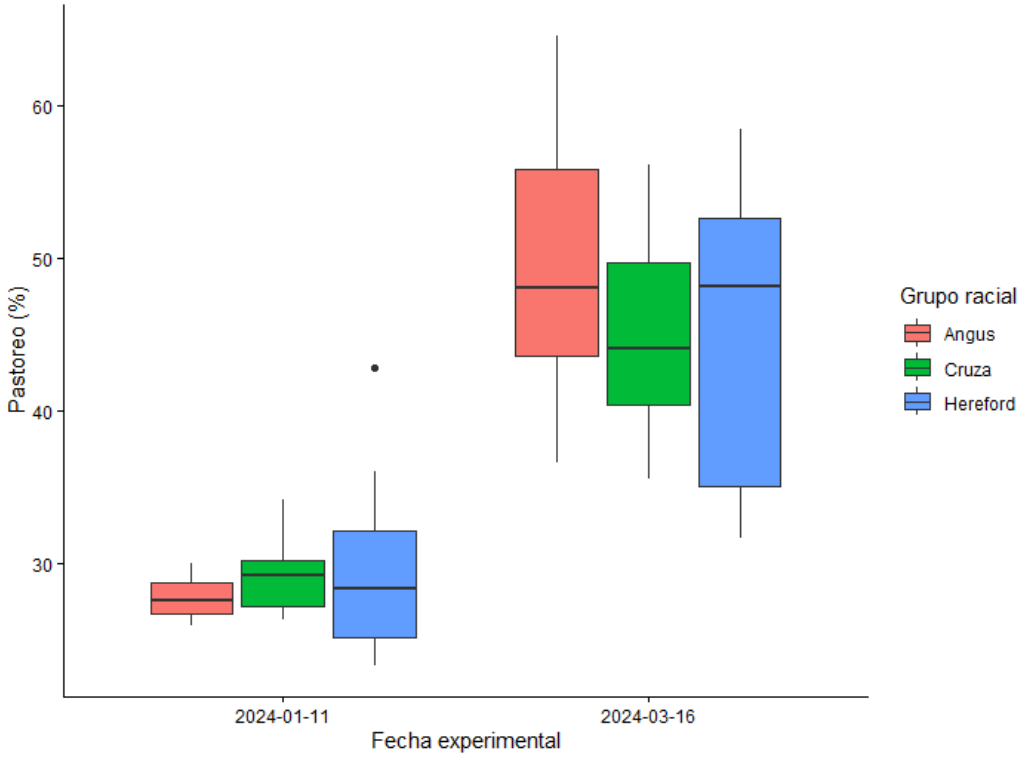
Principales correlaciones de Pearson entre conductas y variables ambientales

Par de conductas	r de Pearson	Dirección	Interpretación
Descanso – Pastoreo	−0.62	Negativa	Trade-off: una aumenta a expensas de la otra
Descanso – ITH	−0.62	Negativa	Mayor carga térmica → menos descanso
Pastoreo – ITH	0.76	Positiva	Mayor ITH → mayor pastoreo relativo (desplazamiento)
Sol – Sombra	−1.00	Perfecta negativa	Complementariedad estructural (sol/sombra)
AM – PM	−1.00	Perfecta negativa	Complementariedad temporal (tramo del día)
Pastoreo – Amamantamiento	−0.68	Negativa	Ambas conductas compiten por el presupuesto temporal

Nota. r = coeficiente de correlación de Pearson. Correlaciones calculadas a nivel de animal (n = 30).

Anexo H

Variación racial del pastoreo entre jornadas



Anexo I

Tiempo en descanso por raza y fecha

