



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE BOVINOS DE LA RAZA MINHOTA EN SISTEMA EXTENSIVO

Juleisy Massiel Santamaría Rodríguez

Escola Superior Agrária



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Juleisy Massiel Santamaría Rodríguez

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE BOVINOS DE LA RAZA MINHOTA EN SISTEMA EXTENSIVO

Nombre del curso de Máster

Máster en Zootecnia

Disertación realizada sobre orientación de

Profesor Coordinador: José Pedro Pinto Araújo

Profesor Coordinador: José Pedro Pestana Fragoso de Almeida

Noviembre del 2024

Las doctrinas expresadas
en este trabajo son de exclusiva
responsabilidad del autor.

*“Todas as coisas foram criadas para a glória de Deus
e devemos fazer tudo para esse fim”.*

John Piper.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar a mi lado a largo de este viaje por el mundo, siempre ser la luz que me guía, permitiéndome superar complejas pruebas y realizar este ciclo académico.

A mis padres, Alberto Santamaría y Jessica Rodríguez, no tengo palabras suficientes para agradecer todo lo que hicieron por mí. Conservaré todo su amor, fuerzas y sabias palabras que fueron una fortaleza en los momentos más difíciles.

A mis hermanas, Anyelina Santamaría y Keily Santamaría, por el cariño y apoyo incondicional. A toda mi familia, que a distancia pusieron su granito de arena con su amor y felicidad.

Enormemente quiero agradecer a mis tutores, Doctor José Pedro Araújo y Doctor José Pedro Pestana Fragoso de Almeida, por ser unos profesionales admirables y grandiosas personas. Gracias a ambos por su invaluable formación, dedicación, por toda su disponibilidad, rigor, paciencia y apoyo durante esta trayectoria. Estoy muy orgullosa por haberlos escogidos como guías en esta disertación.

Me gustaría extender mi más sincero agradecimiento a los Ing. Joel Presa, Ing. Gaspar Malheiro Reymão y Ing. César Palha; por su apoyo incondicional en cada momento de la pasantía y la oportunidad de realizar los ensayos en su empresa NaturalMinho.

A mis amigas, Ana Sofia Silva y Ana Filipa Teixeira, por su fuerza motivadora, su presencia constante y amistad a lo largo de estos 2 años. Gracias por ser parte de mi vida.

También quisiera agradecer a todo aquellos a quienes no mencioné, pero que de una forma u otra contribuyeron para ser posible este trabajo.

TRABAJOS EN EL ÁMBITO DE TESIS DE MESTRADO

Comunicación oral:

Rodriguez, J., Araújo, J. P., Cerqueira, J.O.L., Presa, J., Reymão, G., Almeida, J.P.F 2024. A capacidade de carga da pastagem influencia o comportamento em pastoreio numa vacada de raça Minhota – estudo na NaturalMinho Campus. Comunicação oral no XXIV Congresso Nacional de Zootecnia, 7 a 9 novembro do 2024, no Espaço AGROS, Póvoa de Varzim.

Libro de comunicaciones de congreso:

Rodriguez, J., Araújo, J. P., Cerqueira, J.O.L., Presa, J., Reymão, G., Almeida, J.P.F 2024. A capacidade de carga da pastagem influencia o comportamento em pastoreio numa vacada de raça Minhota - estudo na NaturalMinho Campus. XXIV Congresso Nacional de Zootecnia, 7 a 9 novembro do 2024, no Espaço AGROS, Póvoa de Varzim. Livro de comunicações: pág. 25 e 26. ISBN 978-989-53187-9-7.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN	v
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Encuadramiento	1
1.2 Producción de carne de vacuno	3
1.2.1 Producción de carne de bovino en Portugal	4
1.2.2 Producción extensiva en Portugal	6
1.2.3 Ganadería ecológica en Portugal	8
1.3 Raza Minhota.....	9
1.4 Pecuaria de precisión.....	13
1.5 Comportamiento de los bovinos	16
1.5.1 Pastar	17
1.5.2 Rumiar	19
1.5.3 Descansar.....	21
1.5.4 Caminar	21
1.5.5 Jugar y otros comportamientos.....	22
1.5.6 Efecto de la biomasa del pasto	23
1.6 Objetivo del trabajo	26

2.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
2.1	Descripción del área de estudio	27
2.2	Animales monitorizados	31
2.3	Monitorización y procesamiento de datos por el dispositivo RUMI.....	32
2.4	Estimativa de la producción de pasto	33
2.5	Análisis estadístico	35
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1	Monitorización del comportamiento animal.....	36
3.2	Relación entre la disponibilidad de pasto y el comportamiento	41
4.	CONCLUSIONES	44
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	ANEXOS	57
	ANEXOS I. One way análisis de varianzas	58
	Anexos II: Valores medios $\pm$ desvío estandar.....	63
	ANEXOS III. Regresión lineal múltiple.....	64

RESUMEN

La raza bovina Minhota presenta como principal aptitud la producción de carne, con destaque para la ternera blanca y ternera. Uno de los sistemas de explotación utilizados en la Minhota es el sistema extensivo, aprovechando al máximo su interrelación de suelo-pasto-animal-ambiente. Los objetivos del presente estudio fueron evaluar patrones de comportamiento en pastoreo y su ingesta de materia seca.

El estudio se llevó a cabo entre el 2 de diciembre de 2023 y el 31 de mayo de 2024, en la finca NaturalMinho, en sistema de pastoreo ecológico extensivo con vacunos de raza Minhota. El estudio incluyó 2 grupos de vacas con sus terneros (G1 y G2) y uno de novillas (G3). Han sido utilizados collares GPS con acelerómetros para monitorear actividades de comportamiento. Se empleó el contador de placa ascendente (RPM) para estimar la fitomasa disponible en las parcelas, entre el 18 de marzo y el 7 de mayo de 2024.

En global, las actividades de pastar, rumiar y descansar ocuparon más del 80 % del tiempo en las vacas y el 73 % en las novillas. Los comportamientos tuvieron diferencias significativas entre los grupos ($P < 0.001$). Las vacas (G1 y G2) pasaron más tiempo pastando y rumiando con respecto a las novillas (G3): 7.94 ± 1.24 (G2), 6.96 ± 1.28 (G1) y 5.54 ± 1.95 (G3) horas de pastoreo/día. El tiempo de rumiar varió con diferencias entre los grupos ($P < 0.001$): 8.17 ± 1.33 (G1), 7.77 ± 0.93 horas/días (G2), más elevados que el (G3) con 5.31 ± 0.74 horas/días. Se observó correlación significativa ($P < 0.05$) entre tiempo de pastoreo y la temperatura media del aire, en los tres grupos, con valores entre 0.472 y 0.608.

La CG, capacidad de carga (disponibilidad pasto/CN) varió significativamente entre los grupos ($P < 0.001$) siendo superior en G2 con 138.55 ± 65.33 . El consumo de pasto (kg MS/100 kg PV) fue semejante entre G1 y G2, superiores al G3 (G2: 2.35 ± 1.54 ; G1: 1.60 ± 0.96 y G3: 0.56 ± 0.32). Las novillas G3, presentaron alteraciones en la disminución del tiempo de pastoreo y consumo de pasto, reemplazado por la suplementación con heno-ensilado de hierba. La disponibilidad de pasto y el tiempo de pastoreo tuvieron una correlación positiva ($P < 0.001$), sugiriendo que una buena gestión del forraje puede mejorar la eficiencia alimentaria y el bienestar animal.

Palabras claves: *vacuno de carne, collar GPS, plato ascendente, masa forrajera, comportamiento en pastoreo*

ABSTRACT

The Minhota bovine breed has as its main aptitude the production of beef, specially white beef and veal. One of the systems of meat production in Minhota is the extensive system, making use of the interrelation of soil-pasture-animal-environment to its full potential. The objectives of this study were to evaluate behavior patterns in pasture and their intake of dry matter.

This study took place from December 2nd of 2023 to May 31st of 2024, at the property of NaturalMinho, under the extensive ecological system of pasture with cattle of the Minhota breed. The study included 2 groups of cattle with its calves (G1 and G2), and one of heifers (G3). GPS collars with accelerometers have been used to surveil behavioral activities. A rising plate meter (RPM) was also employed to estimate the available phytomass within the parcels, between March 18th to May 7th of 2024.

Globally, the activities of grazing, ruminating and resting, will take upwards of 80 % of the time of the cows, and 73 % of the heifers. The behaviors had significant differences between the groups ($P > 0.001$). The cows (G1 and G2) spent more time grazing and ruminating compared to the heifers (G3): 9.74 ± 1.24 (G2), 6.96 ± 1.28 (G1) and 5.54 ± 1.95 (G3) hours of grazing/day. The ruminating time varied with differences between the groups ($P < 0.001$): 8.17 ± 1.33 (G1), 7.77 ± 0.93 hours/days (G2), more elevated than (G3), with 5.31 ± 0.74 hours/days. A significant correlation ($P > 0.05$) between the time of grazing and the average air temperature has been observed in the three groups, with values between 0.472 and 0.608.

The CG, Load Capacity (grazing availability/CN) varied significantly between the groups ($P < 0.001$), being superior in G2 with 138.55 ± 65.33 . The consumption of graze (kg MS/100kg PV) was similar between G1 and G2, and superior to G3 (G2: 2.35 ± 1.54 ; G1: 1.60 ± 0.96 y G3: 0.56 ± 0.32). The heifers G3, presented alterations in the reduction of grazing time and graze consumption, it being replaced with grass hay-silage supplementation. The availability of graze and grazing time had a positive correlation ($P < 0.001$), suggesting that good management of foraging can improve nourishment efficiency, and the well being of the animals.

Keywords: *Beef cattle, GPS collar, rising plate meter, phytomass, behavior in pasture.*

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

APACRA	Asociación Portuguesa de los Criadores de Bovinos de Raza Minhota
CG	Capacidad de carga
CI	Carga Instantánea
Cm	Centímetro
CN	Cabezas Normales
CS	Consumo de pasto
DC	Días del ciclo del pasto
DGADR	Dirección General de Agricultura y Desenvolvimiento Rural
DGAV	Dirección General de Veterinaria
DIS	Disponibilidad de pasto
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
H	Altura
Ha	Hectárea
Hz	Hertz
IPMA	Instituto Portugués de Mar y de Atmósfera
INE	Instituto Nacional de Estadística
INIAV	Instituto Nacional de Investigación Agraria y Veterinaria
Kg	Kilógramos
Km	Kilómetro
LG	Libro Genealógico
MHz	Megahercio
MPB	Modo de Producción Ecológico
MS	Materia Seca
PV	Peso Vivo
RPM	Rising Plate Meter
SPREGA	Sociedad Portuguesa de Recurso Genético de Animales
T°	Temperatura
tn	Tonelada
TP	Tiempo de Pastar
TR	Tiempo de rumiar.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1. Evolución de los efectivos y criadores de raza bovina Minhota	11
Cuadro 1.2. Indicadores reproductivos y productivo de la raza Minhota	12
Cuadro 1.3. Estudios de comportamiento de bovinos en pastoreo.....	14
Cuadro 1.3. Estudios de comportamiento de bovinos en pastoreo (continuación)	15
Cuadro 2.1. Datos climáticos en distrito de Viana do Castelo (IPMA,2024b).....	28
Cuadro 2.2. Temperatura media estación de Ponte de Barca;(sd: sin datos.).....	29
Cuadro 2.3. Animales monitoreados con collares GPS rumi	31
Cuadro 2.4. Distribución de los grupos para la medición de biomasa	34
Cuadro 3.1. Promedio de número de horas por actividad, en cada grupo de manejo (valores con letra distintas son significativamente diferentes).....	36
Cuadro 3.2 Correlación entre los tiempos de pastoreo y la temperatura media del aire	37
Cuadro 3.3. Promedio de horas/día de pastoreo, rumiación, consumo de pasto. Diferencias significativas señaladas con letra diferente.	42
Cuadro 3.4. Resultados (medias $\pm$ desvió estándar) de la disponibilidad de pasto (DIS), capacidad de carga (CG), carga ganadera instantánea (CI), consumo de pasto (CS), tiempo de pastoreo (TP) y tiempo de rumiación (TR).....	42
Cuadro 3.5. Correlación de consumo de pasto con las variables CG, TP y TR.	43
Cuadro 3.6. Correlacione del tiempo de pastar con otras variables	43
Cuadro 3.7. Correlación del tiempo de rumiar con otras variables	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Proyección de producción de carne de bovino para los años 2020 al 2029. Fuente (OECD <i>et al.</i> , 2023).....	4
Figura 1.2. Evolución del efectivo bovino por región. Fuente: (INE, 2024).	5
Figura 1.3. Distribución regional de pastaje permanente y temporal en Portugal	7
Figura 1.4. Logo europeo de agricultura ecológica. Fuente: (DGADR, 2022).	8
Figura 1.5. Bovino de la raza Minhota	10
Figura 1.6. Área de dispersión geográfica de la raza Minhota.....	10
Figura 1.7. Pastar (número de horas).	19
Figura 1.8. Rumiar (números de horas).....	20
Figura 1.9. Descansar (número de horas).	21
Figura 1.10. Caminar (número de horas).	22
Figura 1.11. Plato ascendente (RPM).	24
Figura 2.1. NaturalMinho.	27
Figura 2.2. Animales en pastoreo en NaturalMinho.....	28
Figura 2.3. Comedero selectivo para terneros	30
Figura 2.4. Bovino con dispositivo de rastreo GPS en collar.	31
Figura 2.5. Aplicación rumi y sitio web. Fuente: (Innogando, 2024).	32
Figura 2.6. RPM utilizado para obtener materia seca del pasto	33
Figura 3.1. Comportamiento de pastar en los 3 grupos de estudio a lo largo de las 26 semanas en horas/día (arriba) y temperatura media del aire (abajo).....	37
Figura 3.2. Comportamiento de rumiar en los 3 grupos de estudio en las 26 semana (horas/día).....	38
Figura 3.3. Comportamiento de descansar en los 3 grupos de estudios en las 26 semanas (horas/día).....	39
Figura 3.4. Comportamiento de caminar en los 3 grupos de estudios en las 26 semanas en horas/día.	40
Figura 3.5. Otros comportamientos en los 3 grupos de estudio en las 26 semanas en horas/días.	41

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Encuadramiento

El comportamiento animal engloba varios padrones, destacándose el pastar, rumiar, descansar y caminar. Para evaluar el comportamiento, se usa más frecuentemente el método científico que busca descifrar el comportamiento animal por medio de observaciones concretas y con metodologías adecuadas (Campos, 2008). Con las cinco libertades desarrolladas por el consejo británico, se expandió el paradigma del comportamiento animal y sus necesidades a nivel mundial. Sin embargo, no se ha llegado a concretizar cuál es el comportamiento normal del bovino, debido a que su ancestro domesticado fue escrito como extinto hace aproximadamente 1 250 años (Kilgour, 2012).

El bienestar animal en sistema extensivo es considerado de alto nivel por la aproximación con la naturaleza, debido a que los animales pueden expresar su comportamiento natural y raramente demuestran comportamientos anormales (Petherick, 2005).

Desde el punto de vista del consumidor, una encuesta publicada el 19 de octubre del 2023, el 90 % de los europeos se preocupan por prácticas ganaderas enfocadas en recomendarle a los productores cumplir con los requisitos éticos básicos de bienestar animal. Además, al comprar los alimentos, el 60 % de los encuestados, indicaron que estarían dispuestos a pagar más a los productos que estén cumpliendo con las normas de bienestar animal (European Commission, 2023). Esta elección es influenciada por las características sociodemográficas: mujeres, jóvenes, economía y valor de compra por parte de consumidores (Alonso *et al.*, 2020).

Los bovinos mudan su comportamiento para comunicar los factores estresantes como saciedad, cambios ambientales, infecciones y grupo social. Estos comportamientos diariamente son consistentes y predecibles. Cabe señalar que los métodos focales directos manualmente hechos por monitores, requieren de más de un monitor, dificultando su exactitud al momento de obtener los resultados (Rahman *et al.*, 2018). La utilización de métodos de precisión en la ganadería extensiva ofrece beneficios tanto en tiempo real como a la administración de forma puntal con aspectos positivos a las fincas (Hassán Vásquez, 2023).

Según Aquilani *et al.* (2022) el sector ganadero tiene cada vez más dificultades respecto a la obligación de adaptarse a las nuevas tecnologías para una mejor toma de decisiones. Las nuevas tecnologías de precisión como los collares GPS ofrecen soluciones a este problema, permitiendo la medición a escala, así como también, al ahorro del tiempo por parte de los monitores. El comportamiento de los bovinos mediante estas tecnologías se está convirtiendo en una alternativa importante (Rahman *et al.*, 2018).

Uno de los problemas actuales en los sistemas de ganadería extensiva se debe a que las personas están migrando de las zonas rurales hacia las ciudades (Brennan *et al.*, 2021). Como resultado, el manejo del ganado se ve afectado por la falta de mano de obra (Hassán Vásquez, 2023).

Conforme a sus extensas áreas en diversos continentes, el sistema agrosilvopastoril tiene un punto clave en sus numerosos servicios tales como: producción de alimento, retención de agua, conservación del suelo, biodiversidad y paisajes (Shin *et al.*, 2020). Una administración adecuada es complicada en estos sistemas, ya que requiere de competencias muy específicas, para conservar y mejorar su funcionalidad de modo rentable (Müller *et al.*, 2017). La relación animal-territorio es compleja con respecto a la homogeneidad del pastoreo, puesto que el comportamiento animal se ve afectado por múltiples factores (Cuchillo *et al.*, 2017).

Algunos de los factores que pueden influenciar en el comportamiento de pastar son: la topografía del terreno, la distribución de bebederos y las características del pasto (Manning *et al.*, 2017; Raynor *et al.*, 2021; Tomkins *et al.*, 2009). El estado de salud de un animal va de mano de los cambios comportamentales, así lo han demostrado ciertos padrones como: estereotípicos, disminución de actividad exploratoria, aumento del consumo del agua y letargia. Llegando a la conclusión de que el animal no se encuentra en buenas condiciones. Para describir el comportamiento de un animal, hay que elaborar sus principales ventajas y desventajas, desde la perspectiva anatómica y fisiológica (Herrera *et al.*, 2017).

1.2 Producción de carne de vacuno

Por lo que se refiere a la ganadería europea, los sistemas de producción dependían de las prácticas tradicionales de forma extensiva, las cuales se identificaban por tener los bovinos en pasto, llegando a utilizar los recursos naturales de forma sostenible (Costa, 2015). No obstante, el aumento de la productividad por hectáreas u hora-hombre, fueron resultado de innovaciones de diversas áreas científicas y a causa también de la era industrializada (Rabbinge & van Diepen, 2000). Acerca del mercado portugués, había una preferencia por parte de los consumidores por la calidad del producto (Andrade *et al.*, 1999), tendencia que se mantiene en la actualidad (Araújo *et al.*, 2022).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024) la evaluación de la producción mundial de carne incrementó un 1 % y el peso a canal de 382.5 t, proveniente de los múltiples factores como el aumento del crecimiento de enfermedades, altos precio de los insumos, fenómenos meteorológicos y costo elevado de manutención. Los aumentos fueron registrados en Asia, concretamente en China, por segundo año consecutivo en América de Sur, la producción se mantiene invariable, en tanto una disminución en Europa y Oceanía. Globalmente, la rentabilidad de las empresas de producción de carne mejoró en algunas medidas hasta finales del año 2022. Las exportaciones disminuyeron un 3 % hasta alcanzar las 44.09 t, debido a la demanda interna de los principales países exportadores, como lo son Brasil, Canadá, Unión Europea, Estado Unidos y Nueva Zelandia. Por el contrario, aumentó en países como Australia, China, India, Tailandia y Türkiye.

El mercado de carne a nivel mundial rondará el 12 % más en 2029 (OECD *et al.*, 2023) (figura 1.1). La participación de los mayores exportadores (Brasil, Unión Europea y Estado Unidos) representarán un 60 % en 2029 (Malafaia *et al.*, 2020).

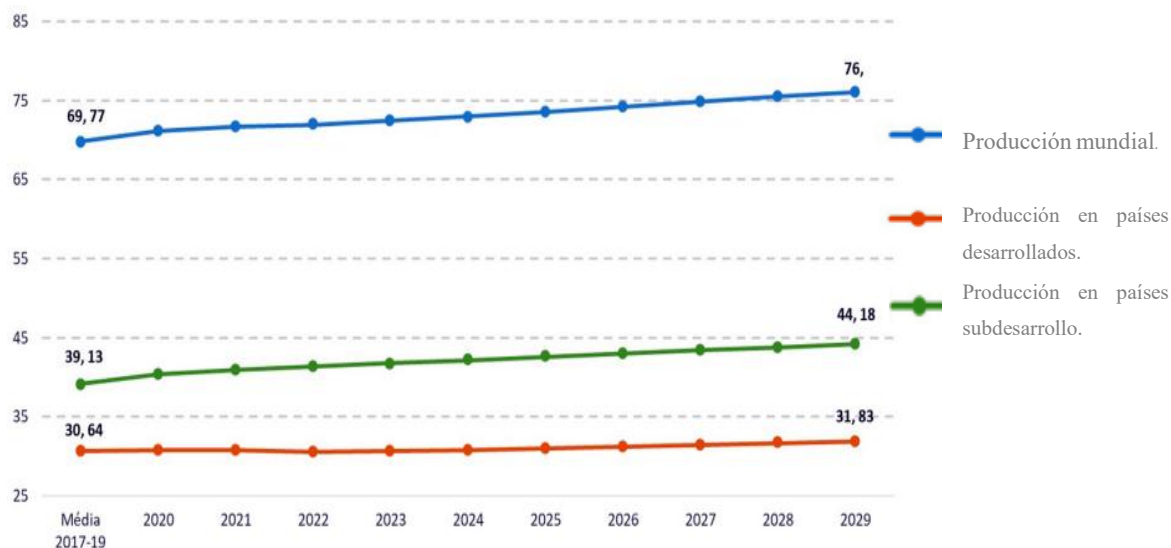


Figura 1.1. Proyección de producción de carne de bovino para los años 2020 al 2029. Fuente (OECD *et al.*, 2023).

1.2.1 Producción de carne de bovino en Portugal

La carne de vacuno es un alimento con gran relevancia en la nutrición humana (20.5 kg/ per cápita en Portugal) y de diferentes sistemas de producción (INE, 2024). La carne de bovino por su adecuada composición nutricional es muy conveniente para una dieta sana y equilibrada (Pereira & Vicente, 2013). Según McAfee *et al.* (2010), el consumo moderado de carnes rojas puede contribuir positivamente a la salud humana a largo tiempo. La carne de vacuno es rica en minerales y vitamina B. Una porción de 100g proporciona, estimativamente, un 25 % de la cantidad diaria recomendada de (RDA) de riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), ácido fólico (B9) y esencialmente dos tercios de la CDR de cobalamina (B12) (Pereira & Vicente, 2013).

En Portugal, oficialmente se han identificado quince razas autóctonas: Alentejana, Algarvia, Arouquesa, Brava, Cachena, Garvonesa, Jarmelista, Marinhova, Maronesa, Mertolenga, Minhota, Mirandesa, Preta y Ramo Grande. Estas razas representan su propio núcleo geográfico con una relativa dispersión por todo el territorio portugués. Finalizando, doce de estas razas tienen un bajo número de 7.5 mil hembras en líneas puras (INIAV, 2024).

En Europa, con la intención de preservar la calidad de la carne y los productos cárnicos que llegan a los consumidores, se concretaron parámetros para la trazabilidad de la carne vacuna, implementando un programa que inspeccione todo el proceso, desde la producción hasta el consumo, asegurando la calidad del producto final. En este aspecto, el sistema de producción

animal lo han respaldado con las certificaciones, llegando a incrementar la confianza y credibilidad por parte de los consumidores al momento que adquieren el producto (Cravo & Guedes, 2004).

El crecimiento gradual de la actividad ganadera se ha dado por motivos de mecanización o de alta productividad. El sector ganadero fue sometido a numerosas modificaciones que implicaron la desaparición de las explotaciones con menores dimensiones. Estos cambios fueron necesarios para garantizar las demandas de producción del mercado (Roex *et al.*, 2005). Las explotaciones de dimensiones pequeñas fueron quedando en el abandono por la falta de rentabilidad y la falta de atraktividad para las generaciones futuras (Costa, 2015). Además de los motivos ya mencionados, también influyeron las crisis sanitarias ocurridas, las cuales provocaron una fuerte caída del consumo de carne debido a las medidas sanitarias (Smith *et al.*, 2016).

La figura 1.2 representa la evolución del número de cabezas de ganado en Portugal durante los últimos 20 años. Cabe destacar el crecimiento positivo de la región de Ribatejo y Oeste, con un crecimiento de 49.6 % pasando de un total de 127.000 cabezas en 2002 para un total de 190.000 cabezas en 2021, y la región del Alentejo, donde se dio un aumento del número de cabezas de ganado del 41.9 % de 487.000 cabezas en 2002 a 691.000 cabezas en 2021 es la región agraria de Portugal con más rebaño. Con lo que respecta a la región agraria de entre Douro y Minho, en 2021 la cabeza ganadera fue de 255.000 cabezas. La región restante con 290.000 cabezas (INE, 2024).

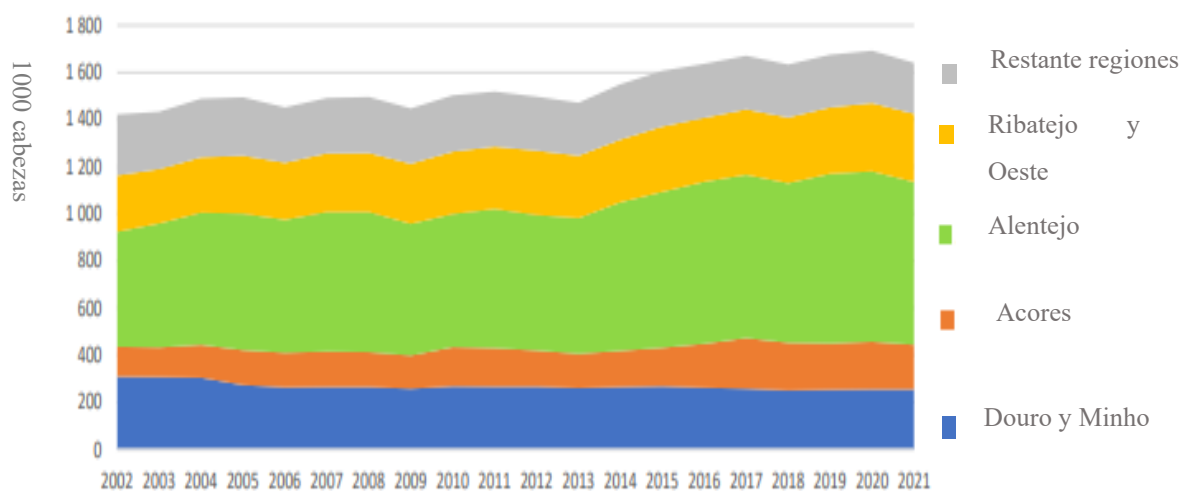


Figura 1.2. Evolución del efectivo bovino por región. Fuente: (INE, 2024).

Recientemente, además de estas denominaciones, surgieron marcas registradas, certificaciones DOP (Denominación de Origen Protegida), IGP (Indicación Geográfica Protegida), ETG (Especialidad Tradicional Garantizada) (DGADR, 2021). La ciudadanía constantemente da valor a la forma en que se producen y están más riguroso a las certificaciones de productos. Según Font-i-Furnols & Guerrero (2014) la acreditación es un atributo considerable que puede incidir en las preferencias de los consumidores. La certificación, son aspectos claves para los factores extrínsecos al producto, ganando un impacto significativo en la elección del consumidor a la hora de adquirir el producto.

1.2.2 Producción extensiva en Portugal

El clima en Portugal es determinado por el mar mediterráneo, con una temperatura media de 13 a 18 °C. Los meses de veranos pueden ser demasiado calurosos hasta alcanzar los 40 °C, en cambio los meses de otoño e invierno son lluviosos con fuertes vientos (IPMA, 2024a). Portugal posee un territorio de 92.090 km², y se encuentra ubicado en el suroeste de Europa, limitada al oeste y al sur por el océano Atlántico, al norte y el este por España (Lindholm & Vanhatalo, 2021).

El rendimiento de una empresa ganadera necesita del aumento del peso medio diario de cada animal. El mantenimiento sostenible de los pastos es crucial para maximizar la cantidad y calidad de carne vacuna. No obstante, la variabilidad climática que suelen tener las exploraciones de sistema extensiva, trae años de auge y de caída, y con estas variaciones, la venta y compra del ganado tiene que igualar las fluctuaciones en la disponibilidad de pasto (McAllister *et al.*, 2020).

La producción en extensiva identifica aprovechar al máximo la accesibilidad de los animales al mundo exterior comprendiendo la interacción pasto, animal, suelo y medio ambiente. Se debe dar preferencia a alimentar el animal a través del pastoreo, complementando con forraje en las épocas de escasez (Nielsen, 2021). La calidad y cantidad nutricional de los pastos disponibles es la principal productividad. El manejo adecuado comienza por saber la capacidad de carga animal que un pasto puede soportar en un determinado tiempo (McAllister *et al.*, 2020). Este método resulta de una productividad más baja, si bien ofrecen productos autónomos con alto grado, a menudo tienen una denominación de origen protegida (Nielsen, 2021).

La producción extensiva impulsa el reconocimiento étnico, respaldando al bienestar animal y de esta manera evitando el desaparecimiento de áreas de valor natural y cultural. Entre ellos mosaicos agrícolas, prácticas tradicionales, conservación de paisajes culturales, mantenimiento de pastos naturales (Nielsen, 2021).

La superficie de pasto permanente creció un 14 % respecto al último censo realizado en 2020, se supone que el sistema agrario ocupa alrededor del 60 % de superficie agrícola utilizada (SAU) en Portugal. Una gran diversidad de pastos permanentes (naturales y sembrados, terrenos limpios y bajo cubiertas vegetales) indican en la figura 1.3. A nivel del país se identificaron un total de 79 % de pasto permanente con diferenciación entre regiones. Los cubiertos vegetales permanentes pobres o mejorados, en tierra limpia o bajo cubierta vegetal prevalece en todo el territorio, en excepción de Beira litoral donde predomina la pradera temporal (55 %) (INE, 2021).

En el EDM predominan los prados temporarios y tierras limpias con más del 70 %, el resto es con tierra limpia sembrada mejorada y cubierta pobre o espontáneo (INE, 2021). El norte de Portugal es una región caracterizada por montañas con altitudes superiores a 700 metros, sus suelos son más pobres, la mayoría son laderas de montañas que suelen dividirse en dos categorías: los valles divididos en pequeñas dimensiones y las colinas, las cuales son las más utilizadas para el pastoreo común (Araújo, 2011).

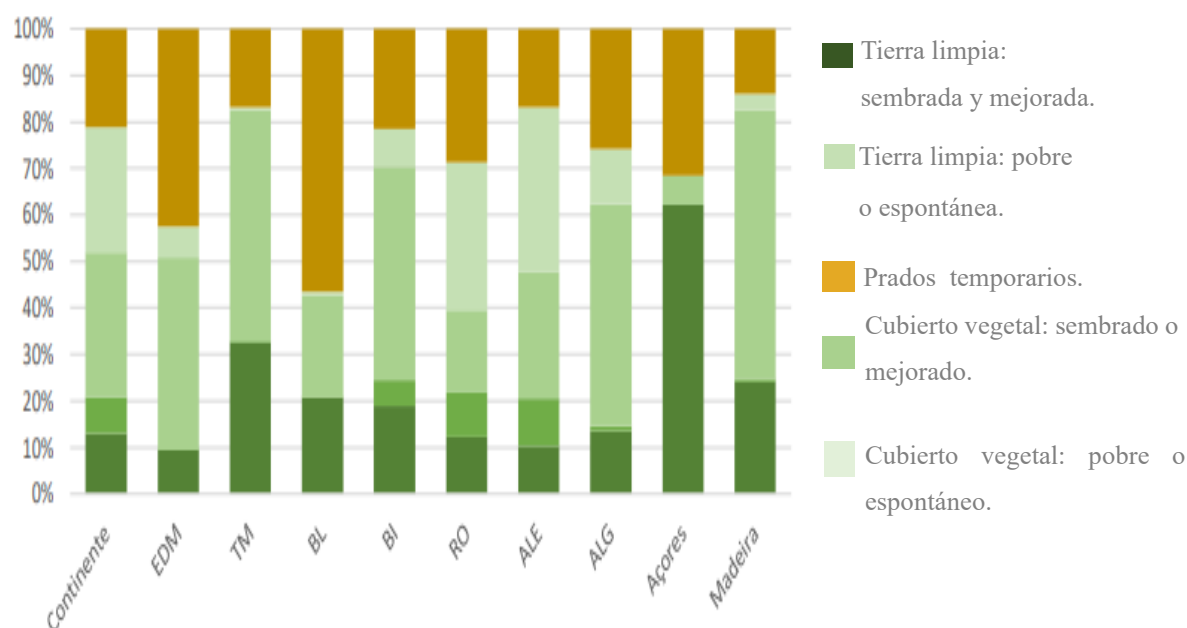


Figura 1.3. Distribución regional de pastaje permanente y temporal en Portugal
Fuente: (INE, 2021).

1.2.3 Ganadería ecológica en Portugal

El origen de la agricultura ecológica comenzó con Albert Howard y su libro: “An Agricultural Testament”, trabajo de investigación de 25 años de duración, demuestra la importancia de la conservación y fertilidad del suelo para las plantas (Costa *et al.*, 2016; dos Santos *et al.*, 2012). A partir de la década del '60 la agricultura ecológica comenzó a ganar énfasis a nivel mundial, en los '70 aparecieron algunas identidades como: “Internacional Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)” y “Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL)” las dos instituciones trabajaron en conjunto con alianzas de la Unión Europea y la FAO (Camargo, 2011). La UE en las últimas décadas ha estado regulando la producción ecológica en todos sus miembros. Finalmente (IFOAM) y (FAO) lanzaron las directivas de producción, procesamiento, etiquetado y comercialización en modo de producción ecológica (MPB). El logotipo de los productos alimenticios de modo ecológico, denominado “euro hoja” (figura 1.4) solo puede ser utilizado cuando un mínimo del 95 % de los alimentos proviene de ingredientes biológicos (DGADR, 2022).



Figura 1.4. Logo europeo de agricultura ecológica. Fuente: (DGADR, 2022).

La producción ecológica en Portugal y la Unión Europea se rige por el (reglamento UE 848/2018). Este tiene como finalidad garantizar la seguridad de la cadena alimenticia, salud y el bienestar animal. La producción ecológica es un sistema de manejo sustentable, un conjunto de métodos de producción con mira a salvaguardar los elementos naturales y el uso responsable de los recursos naturales.

La producción animal en MPB es la preservación de los recursos naturales de alto nivel de biodiversidad, bienestar animal y valorización de razas nacionales (reglamento UE 2020/464). En la producción animal se confiere un enfoque de sustentabilidad evitando la administración de hormonas, antibióticos y organismos genéticamente modificados (DGADR, 2022).

La alimentación de los animales corresponderá, por lo menos, a un 60 % de la propia propiedad, y si no es posible este porcentaje, los alimentos procederán de explotaciones con el mismo régimen de MPB. Los animales deben tener acceso permanente al pasto, siempre que las condiciones lo permitan (DGADR, 2022).

Los animales recién nacidos deberán ser alimentados en su forma natural o de otra vaca de la misma explotación, también puede ser de otra unidad de producción de MPB en la misma región. Para el fortalecimiento del sistema inmunitario y resistencia natural (DGADR, 2022).

El manejo de la salud del animal deberá ser de forma preventiva, con uso de vacunas. Los animales tendrán libre acceso a los bebederos en el pasto contando con un agua de calidad, libre de parásito o microorganismo y reduciendo la posibilidad de contagio con animales salvaje. Los bebederos deben ser lisos, no poroso y fáciles de limpiar y desinfectar estar ubicados en sombra para evitar el crecimiento de algas (García Romero, 2006).

1.3 Raza Minhota

Entre las 15 razas de bovino nacionales de Portugal, la raza Minhota es representativa en el norte del país. La raza Minhota jugó en el pasado, un papel fundamental a la economía de las familias en el noroeste de Portugal (Pimenta *et al.*, 2013). Hoy la raza autóctona Minhota es uno de los patrimonios genéticos más importante debido a su potencial biológico, económico y cultural (Campos *et al.*, 2012).

La conformación general de la raza (Figura 1.5) es representada por animales con una corpulencia media, con pelos lisos, cortos y ásperos, frente larga y ligeramente convexa, cuernos de tamaño medios con sección elíptica saliendo para el horizonte, lomo, cadera, ancas salientes y bien musculadas, cola larga, inserción alta y regularmente rizada, miembros proporcionados y musculados, sistema mamario regularmente conformada y desarrollada, pezones medios y gruesos (APACRA, 2024; SPREGA, 2024).

Los bovinos de raza Minhota fueron explotados en las tres vertientes: leche, carne y trabajo. En la actualidad la producción de carne es la aptitud principal (Petiz *et al.*, 2023). El área de dispersión de la raza Minhota se ha mantenido constante a lo largo de los años (Figura 1.6).



Figura 1.5. Bovino de la raza Minhota

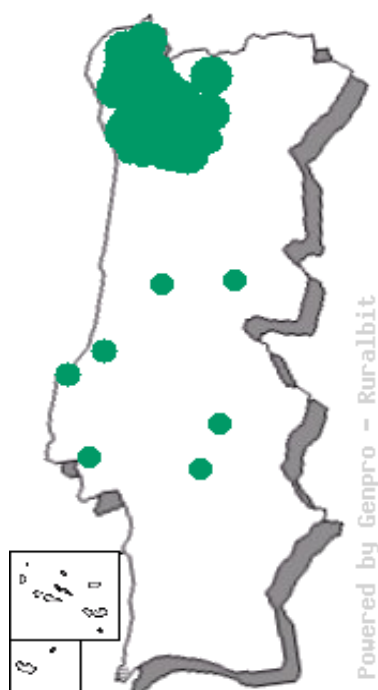


Figura 1.6. Área de dispersión geográfica de la raza Minhota
Fuente: SPREGA (2024)

Los registros zootécnicos fueron implementados en el año 1997, con el principal objetivo de preservar la población bovina de la raza Minhota y promover su mejoramiento. Con alrededor de 6,216 animales de la raza, se puede observar (Cuadro 1.1) la evolución del efectivo en línea pura y sus criadores. APACRA es la entidad gestora del libro genealógico (LG) de la raza bovina Minhota, por medio de la delegación de la Dirección General Veterinaria (DGAV).

Cuadro 1.1. Evolución de los efectivos y criadores de raza bovina Minhota

Año	Vacas	Toros	Criadores
2010	3767	39	1256
2011	3659	39	1218
2012	3880	47	1228
2013	4149	52	1250
2014	4701	64	1309
2015	5252	91	1312
2016	5666	132	1246
2017	5659	116	1329
2018	5643	143	1223
2019	5869	143	1237
2020	6697	194	1223
2021	6535	179	1313
2024	6038	178	2020

FUENTE: (APACRA, 2021, SPREGA, 2024).

La raza Minhota presenta indicadores reproductivos y productivos (Cuadro 1.2) con valores positivos con respecto a la edad al primer parto, peso vivo y ganancia media diaria de los terneros (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Indicadores reproductivos y productivo de la raza Minhota

Indicadores	Raza Minhota	Referencia
Reproductivos		
Edad al primer Parto	810.4 ± 96.0 días; 26.0 ± 3.58 meses.	Araújo (2011);
Intervalo entre Parto	388.7 ± 76.2 días; 404.4 días.	Tinoco (2023); Araújo (2011);
Edad media das reproductoras	8.10 ± 2.61 años.	Araújo (2011);
Duración media de gestación	289.5 ± 6.09 días	Araújo (2011).
Productivos		
Edad media al destete	3 a 6 meses.	APACRA (2024);
Ganancia media diaria de ternero al destete.	Hembra	827.9 g/día - 3 meses; 1.069,8 g/día - 6 meses.
	Macho	920.7 g/día - 3 meses; 1.294,4 g/día - 6 meses
		APACRA (2024);
		APACRA (2024);
Relación peso del ternero/vaca al nacimiento.		8.27 %;
		7.5 %.
Peso medio de los terneros al nacimiento.		45.1 kg;
		43.6 kg.
Peso medio 9 meses	Hembra	297 kg.
	Macho	364 kg.
Ganancia media diaria	Hembra	1.16 kg/día.
	Macho	1.04 kg/día.
Edad media de sustitución		232.5 ± 24.2 días.

1.4 Pecuaria de precisión

Los ganaderos confrontan la necesidad de viajar diariamente a través de pastizales de diferentes características, algunas con condiciones de difícil acceso, para velar por la salud, bienestar de sus animales y producir, frente a una fuerza laboral rural que se minimiza rápidamente con el pasar de los años. Sin embargo, la presencia de las nuevas tecnologías digitales o herramientas modernas ofrece oportunidades para facilitar la monitorización de los rebaños (McIntosh *et al.*, 2022).

Actualmente, los sensores poseen algoritmos que diferencian las diferentes interpretaciones de los movimientos del animal llegando a reportar un 95 % de fiabilidad el comportamiento de rumia y pastar (Iqbal, 2015). La ganadería de precisión tiene como inicio fundamental aumentar la eficacia y restringir el impacto ambiental a gran escala. En ese mismo sentido, es esencial para detectar anomalías en comportamiento de los animales (Hassán Vásquez, 2023). Las vacadas en pastoreo son un reto porque los patrones de actividad diaria se modifican considerablemente de un rebaño a otro (McIntosh *et al.*, 2022).

Con respecto a la pecuaria de presión y comportamiento de bovino en pastoreo, hay varios trabajos publicados, describiendo detalladamente la metodología utilizada en el (cuadro 1.3).

El estudio de comportamiento animal por sistema de posicionamiento global (GPS) se convirtió en gran interés en los últimos años, para el monitoreo de los animales en pastizales (Schwager *et al.*, 2007). El pastoreo, rumia y descanso son las actividades de comportamiento de animales más estudiados por la pecuaria de presión (Decandia *et al.*, 2018).

Según Schlecht *et al.* (2004) el uso de GPS y otros equipamientos adicionales permiten una evaluación sólida y factible de los presupuestos de actividad diaria para el ganado en sistema de pastoreo extensivo. La pecuaria de precisión ha comprobado una grande capacidad para comenzar a solucionar los problemas de una manera respetuosa con los animales y así mismo, proporcionar a los ganaderos información que les impulse a una buena toma de decisiones (Tzanidakis *et al.*, 2023).

Cuadro 1.3. Estudios de comportamiento de bovinos en pastoreo

Metodología	Dispositivo	Comentario	Referencia
24 novillas asignadas en 6 grupo de 4, los grupos de 6 con un pasto de (2.2 a 4.1 ha). Animales equipados dispositivo automático, entre primavera, verano y otoño. Utilizando un día de cada temporada.	Vectronic Aerospace GmbH	Movimientos de comer y pastar pausas de 7 minutos.	1.Hessle <i>et al.</i> (2008).
3 novillas en 0.35 ha de pasto, 2 repeticiones durante los meses de junio y septiembre: animales con equipamiento de grabación continua.		Muestreo de escaneo de cada novilla intervalos de 15 min.	2.Hejmanová <i>et al.</i> (2009).
Ensayo de evaluación se realizó en un potrero de 15 ha e involucró a un solo grupo de 14 novillos a los que se les colocaron collares durante 10 días en noviembre de 2012.	Los collares CSIRO	La duración real efectiva de la batería fue de 12 a 14 días. Después de recuperar el collar de los novillos al final de la prueba.	3.González <i>et al.</i> (2015).
4 vacas comenzaron el día 11 al 20 de agosto del 2010, con 75 ha de pasto divididas en potreros de aproximadamente 2 a 8 ha.	collares Lotek	Intervalos de 5 minutos.	4.Mora-Delgado <i>et al.</i> (2016).
24 vacas durante el verano de agosto a septiembre del 2016, razón de 3 vacas/ha rotaron a nuevos potreros cada 2 días según la disponibilidad de forraje.	sensor CowManager		5.Pereira <i>et al.</i> (2018).
18 vacas durante las temporadas de pastoreo 2015-17, junto con observaciones de comportamiento en el campo.	collares GPS	Tomar posiciones y medidas de actividad cada 5 minutos.	6.Tofastrud <i>et al.</i> (2018).
Resultados se basan en los datos de los ensayos recopilados en el Laboratorio FD McMaster en Armidale, Nueva Gales del Sur, Australia, en noviembre del 2014.	Grupo de Tecnología de sensores de CSIRO.		7.Rahman <i>et al.</i> (2018).
10 bovinos durante junio del 2017 a enero 2018 con 219 ha. Observaciones realizadas durante 2 días verano y 2 días de invierno.	Collares GPS	Posición cada 5 minutos.	8.Venter <i>et al.</i> (2019).

(Continúa)

Cuadro 1.3. Estudios de comportamiento de bovinos en pastoreo (continuación)

11 vacas, 21 días por prueba 457 ha en los pastizales semiáridos del sur de Texas.	Lotek GPS 3300LR	collares se estableció para un intervalo de fijación de GPS de 5 min y un período de muestreo de actividad de 4 min.	9.Cheleuitte-Nieves <i>et al.</i> (2020).
48 vacas divididas en 3 secciones, El período total de observación fue de 36 días, con 2.08 ha.	Collar AfiCollar		10.Iqbal <i>et al.</i> (2021).
17 bovinos en 3.215 ha, recopilados datos en 4 periodos, aproximadamente 67 días entre 2015 al 2017.	Lotek 3300 GPS	Recopila datos cada 5 minutos	11.McIntosh <i>et al.</i> (2022).
64 bovinos durante 13 meses; carga animal adoptada de 2 UA/ha al inicio del experimento y los ciclos de pastoreo duraron 36 días. Dividieron los animales en dos grupos de 32 bovino.	C-Tech Healthy Cow, Cow Med Ltda.		12.Do Nascimento <i>et al.</i> (2022).
30 vacas en ambas granjas ganaderas fueron equipadas con 1 acelerómetro y dispositivos GPS.	Digitanima 1	Intervalo de 5 minutos	13.Cabezas <i>et al.</i> (2022).
El estudio se realizó en dos pastizales adyacentes (1.190 ha y 1.165 ha) durante las temporadas de crecimiento y latencia y se replicó durante tres años (agosto de 2015 a enero de 2018). Se seleccionaron al azar de once a catorce vacas maduras Rarámuri Criollo (RC) o Angus Hereford mestizas (AH).	Lotek® 3300	Calcularon a partir de correcciones de GPS en intervalos de 10 minutos.	14.Nyamuryekung'e <i>et al.</i> (2022).
18 vacas. La superficie agrícola consta de 142.7 ha, divididas a su vez en 63 potreros de pastoreo.	AfiCollar	La recopilación de datos comenzó una vez que la vaca parió y terminó cuando la vaca se secó.	15.Iqbal <i>et al.</i> (2023).

Las observaciones del comportamiento animal en extensivos no son fáciles de realizar porque dependen de la presencia de observación humana y de las dificultades al momento de la recolección de datos o exactitud entre los observadores. El uso de tecnologías de precisión busca facilitar la recolección e información de los animales, disminuyendo la presencia de observadores. Destacando que cualquier dispositivo colocado sobre el animal

puede interferir parcialmente en su comportamiento natural. Así pues, los datos almacenados deben ser validados después del periodo experimental (Aguilar, 2016).

El ritmo rápido de nuevas tecnologías ha facilitado la recolección de información. Sin embargo, estos avances también plantean retos estadísticamente asociados al enorme conjunto de datos correlacionados (Perotto-Baldivieso *et al.*, 2012). Desde las perspectivas que conllevan las nuevas tecnologías como el costo, la implementación, la interpretación de los datos y las acciones posteriores a la falta de servicio técnico avanzado. El costo elevado de los collares puede no ser considerado por todos los ganaderos como una alternativa de mejoramiento, por su falta de practicidad al momento de obtener muchos datos (Heins *et al.*, 2023).

1.5 Comportamiento de los bovinos

Los comportamientos de comer, dormir, curiosear, reproducción, interacción social, jugar y beber son básicos para la supervivencia de esta especie (Relić *et al.*, 2012). El comportamiento es influenciado por estímulos internos o externos, que pueden desencadenar o no anomalías en su comportamiento (Rao *et al.*, 2015). El comportamiento del ganado ha sido observado y documentado durante mucho tiempo a partir de informes no fiables de los agricultores (Cory, 1927). Desde entonces los estudios han incorporado datos sobre los diferentes comportamientos entre variables ambientales, sexo y edades, transmitiendo que el comportamiento puede reflejar como responde el animal al paisaje, con la obtención de bebida y refugio que puede considerarse la importancia de una solución clave en la ganadería (Kilgour, 2012). Reconociendo los comportamientos anormales, documentando los efectos adversos de estos comportamientos por medio de collares o las nuevas tecnologías (Manning *et al.*, 2017).

El ganado bovino es un animal muy observador al entorno que lo rodea, está constantemente recibiendo información a través de sus sentidos: visión, oído, olfato, gusto y tacto. Además, la visión panorámica de los animales es de color (azul y amarilla) por lo cual pueden mirar de 300° a 330° alrededor del cuerpo, excepto la parte posterior. El acercamiento a estos animales debe ser de manera calmada y sin movimientos bruscos debido a que el animal no puede enfocar rápidamente los objetos y la percepción de la profundidad (Whay, 2016).

El oído de los bovinos es sensible a las altas frecuencias de sonido de 64 a 35.000 Hz. El olfato de estos animales es muy desarrollado, pudiendo elegir los alimentos solo con el olor

de la comida. Asimismo, este sentido juega un papel fundamental en la jerarquía del rebaño, al recibir las feromonas del miedo. El paladar de los bovinos puede identificar cuatro tipos de sabor: dulce, salado, amargo y ácido (Whay, 2016).

La ingesta de agua es un elemento principal para mantener la presión intracelular, facilitar los procesos digestivos, transporte de nutrientes y eliminar toxinas a través de su orina, también permite regular la temperatura corporal (Meyer *et al.*, 2004). Los bovinos regularmente ingieren agua al comienzo de la mañana o por la tarde y raramente en la noche (Rao *et al.*, 2015). Hay muchas circunstancias que afecta el consumo de agua, como los son: consumo de materia seca, humedad, luz del sol, temperatura ambiente y temperatura del agua (Cardot *et al.*, 2008).

Los cambios de comportamiento permiten identificar si hay algo mal en el animal por parte de su salud o bienestar (Dittrich *et al.*, 2019; Relić *et al.*, 2012). Crear rutinas diarias ayuda a producir animales más tranquilos y con mejor bienestar. Cabe señalar que proporcionar experiencias positivas y tranquilas por los ganaderos, evitará que las vacas reaccionen de una forma agresiva o de fuga (Shahhosseini, 2013).

El ciclo circadiano en bovino confirma que su naturaleza diurna (Arya *et al.*, 2020). El bovino comienza su alimentación a la hora del amanecer y se completa después del atardecer, observándose 2 picos de pastoreo a lo largo de las 24 horas, que son: primero de mañana, segundo al mediodía. Por las noches predomina el descanso (Cuchillo *et al.*, 2017). El pastoreo es temporalmente uniforme (diurno y nocturno) en ganados domesticados. El tiempo dedicado a comer y rumia no se ve afectado por la duración del día (Sahu *et al.*, 2020). Según Cheleuitte-Nieves *et al.* (2020), durante el invierno, el pico más elevado de pastoreo ocurría a las 18:00 horas, con inicio de pastoreo alrededor de las 8:00 de la mañana.

1.5.1 Pastar

En el sistema extensivo predomina la alimentación a base del pastoreo. Algunas granjas proporcionan piensos o alimentos complementarios para suplir las necesidades de los animales en época de escasez. El pastoreo es derivado al instinto de búsqueda de alimento en herbívoros (Dittrich *et al.*, 2019). Las necesidades nutricionales de los bovinos incluyen carbohidratos, grasas y proteína. Sin embargo, su ingesta está muy influenciada por la calidad de los alimentos, enfermedades y temperaturas ambientales (Shahhosseini, 2013).

El comportamiento de pastoreo implica buscar alimento y consumir. Es uno del comportamiento conductual más común en el presupuesto del tiempo de los animales (Kilgour, 2012). El pastoreo se ve afectado por diferentes factores, incluyendo la temperatura ambiental, la carga ganadera, especie de pasto y hora del día (Hejcmanová *et al.*, 2009).

Los herbívoros tienen competencias que les permiten tomar decisiones durante el proceso de alimentación, logrando memorizar lugares dentro del área de distribución, donde encontrar la mayor biodiversidad de planta de su preferencia, permitiéndole así, optimizar sus recursos. Además, son animales de aprendizaje por imitación y experiencia (Aguilar, 2016).

Según Herrera *et al.* (2017), las mayores actividades diarias de los bovinos se distribuyen en periodos de pastoreo, rumia y ocio. El pastoreo puede oscilar en tiempo promedio de 6.22 hora (Cheleuitte-Nieves *et al.*, 2020) hasta 13.94 horas (Cabezas *et al.*, 2022) (figura 1.7). El pastar abarca conductas secuenciales como la búsqueda, aprehensión y consumo de alimento, con tres movimientos mandibulares: primero morder, cuando se agarra y corta forraje; segundo masticar, cuando tritura la hierba y tercero masticar, cuando se produce una combinación de masticación y mordida de hierba en un mismo movimiento mandibular (Chelotti *et al.*, 2023). Los animales en pastoreo tienden a evitar áreas alejadas de agua y con grandes pendiente (Millward *et al.*, 2020).

Cuando las parcelas que no tienen árboles para el refugio en tiempo de verano, la relación de patrones conductuales diurnos es distinta en comparación con parcelas que incluyen árboles. Se ha indicado un aumento del 22.15 % de pastoreo en zonas de parcelas cubiertas por árboles (Herrera *et al.*, 2017).

En la actualidad la evaluación del comportamiento en pastoreo ha tomado interés gracias a su valiosa información. La finalidad de esta información es aplicada en práctica para aumentar la rentabilidad, garantizar el estado de salud, longevidad de los animales y así medir las condiciones hostiles del medio ambiental (Herrera *et al.*, 2017).

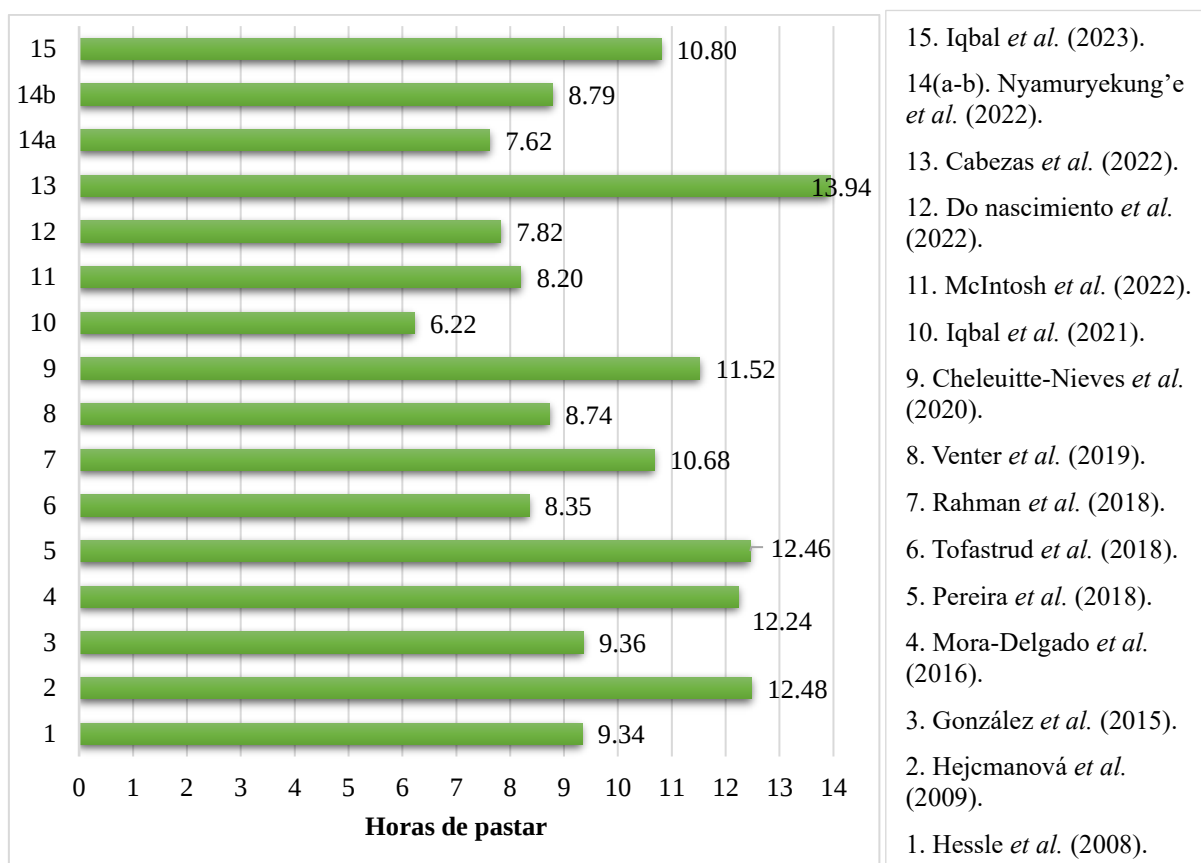


Figura 1.7. Pastar (número de horas).

Von Keyserlingk & Weary (2010), plantearon la importancia del comportamiento de búsqueda de alimento: “Primero la ingesta de alimento esta medida por el comportamiento de las vacas, incluyendo dónde, cuándo y cómo come la dieta proporcionada y segundo notablemente pocas investigaciones hasta la fecha se han centrado en el comportamiento de alimentar, incluyendo los efectos de las viviendas, el manejo y el medio ambiente en la motivación y la capacidad del ganado para acceder al alimento”.

Según el sistema extensivo, con una rotación adecuada el comportamiento de pastar puede ser una manera más eficiente (Manning *et al.*, 2017). Por lo tanto, observar o tener el potencial de monitorear continuamente este comportamiento en el ganado, se podría obtener un camino a seguir como patrón del comportamiento de pastoreo (Meisser *et al.*, 2014).

1.5.2 Rumiar

La rumia es un comportamiento natural del ganado vacuno y una de la actividad más importante de los rumiantes después del pastoreo (Realini *et al.*, 1999). Este comportamiento

se determina por la masticación de los alimentos que se realiza dentro de los ciclos regulares de regurgitación y de deglución del alimento (Chelotti *et al.*, 2023). La rumia está completamente ligada con la funcionalidad del rumen que se ve afectado por enfermedades, proximidades a eventos como el parto o estrés por calor lo que tiene como consecuencia la reducción de tiempo de rumia (Leso *et al.*, 2021).

La rumia, en animales adultos osciló dentro de las 24 horas del día de 0.96 por Iqbal (2015) a 12.12 horas por Tofastrud *et al.* (2018) (Figura 1.8). Está incluido regurgitación, masticación, salivación, deglución e intervalos entre bolos. La rumia es influenciada por la naturaleza de la dieta y parece ser proporcional a la cantidad y calidad, como también el tiempo dedicado a consumirla (Herrera *et al.*, 2017). En la mayoría de los estudios de la rumia, se llegó a la conclusión de que es de preferencia acostado en lugar de pie y una fuerte tendencia de rumiar en horas de la madrugada o inicio de la noche (Kilgour, 2012). Según Iqbal (2015) la distribución del tiempo de rumia durante las 24 h en el estudio se produjo en las noches. Sin embargo, encontraron algunos episodios de rumiación corta durante el día fueron respaldados por (Newman *et al.*, 1995; Prins & Prins, 1996).

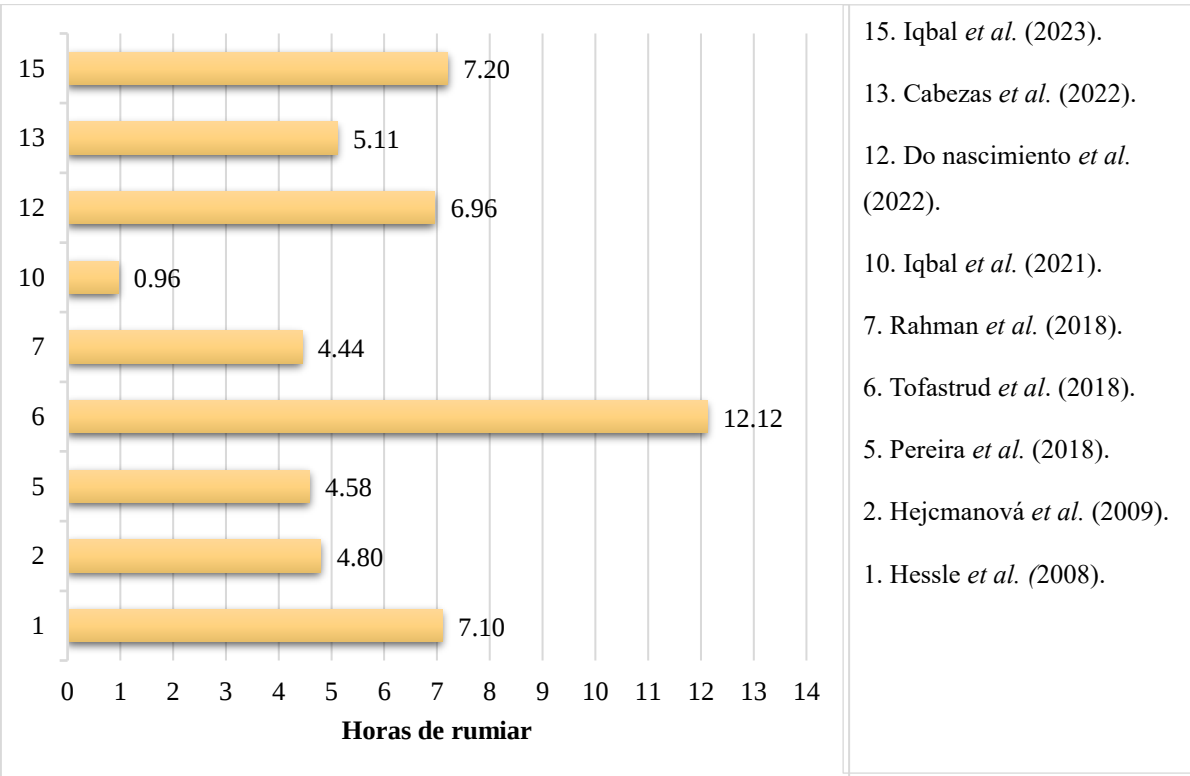


Figura 1.8. Rumiar (números de horas).

1.5.3 Descansar

En los entornos naturales los bovinos se encuentran más cómodos, dado que su forma de descanso principalmente es acostado en el suelo. El descanso posibilita la recuperación metabólica y preservación de energía corporal. Los bovinos son polifásicos en sus periodos de descanso, normalmente de 7 a 8 horas dividido aproximadamente en 20 periodos, condicionando solo 4 horas de descanso profundo (da Costa & Morales, 2011). La falta de descanso produce anomalías en el comportamiento (de Elía, 2009). Durante las horas del descanso varió de 1.06 por Rahman *et al.* (2018) a 15.75 horas por Nyamuryekung'e *et al.* (2022) estando parado o acostado (Figura 1.9). Se podría destacar que el descanso puede ser afectado por la estación, temperatura, problemas de articulaciones y enfermedades (Hejcmanová *et al.*, 2009).

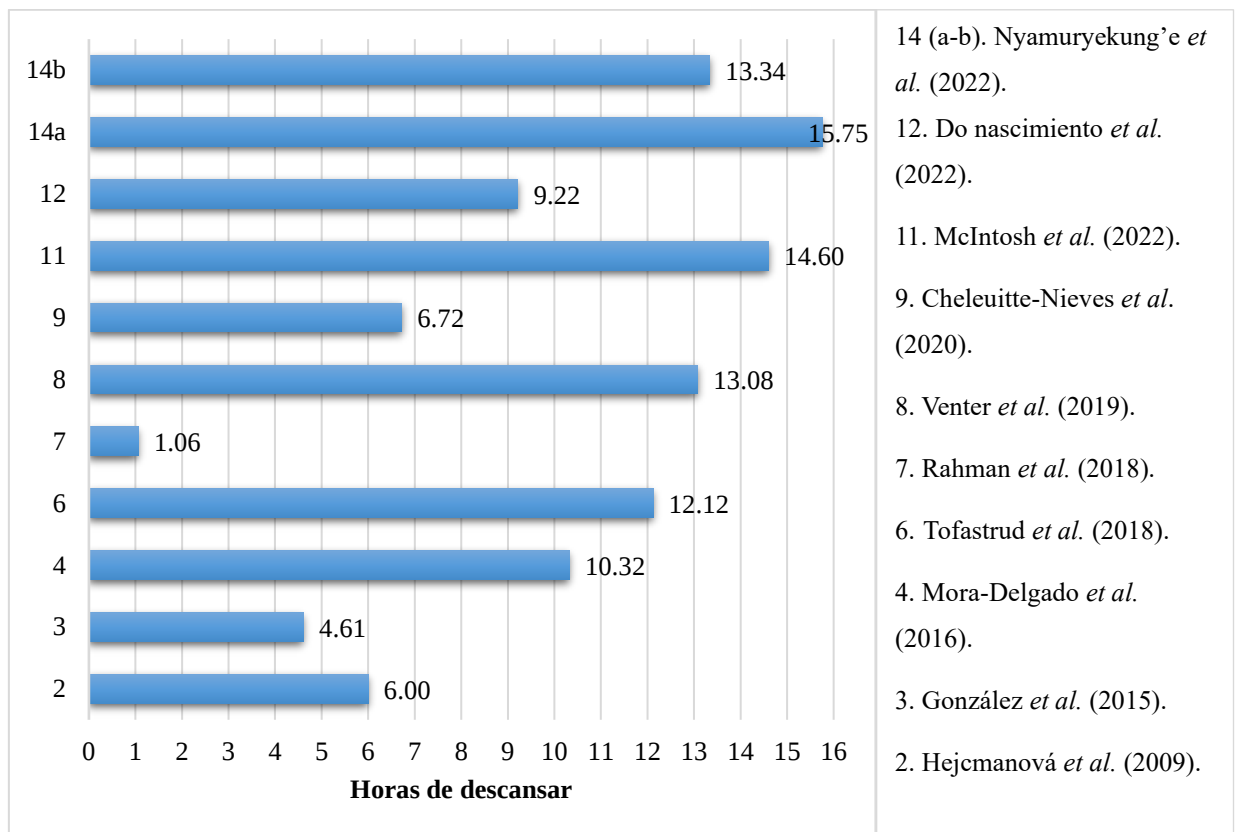


Figura 1.9. Descansar (número de horas).

1.5.4 Caminar

El periodo que los animales destinan a caminar tiene como consecuencia el pisoteo. El manejo rotacional ha demostrado aumento de senderos creados por los animales. Asimismo,

descubriendo que no tiene efectos sobre la velocidad y la distancia recorrida (Venter *et al.*, 2019). Se prevé que el pisotear de los bovinos mezclando el estiércol y la orina en el suelo mejora el ciclo de nutriente, la cubierta vegetal, hidrografía del agua y promueve la distribución de semillas de pasto por medio del pisoteo (Byrnes *et al.*, 2018). El ganado vacuno, al caminar, puede diferenciar en tres tipos: paso, trote y corrida. El paso es la forma más utilizada y preferida para búsqueda de alimento. El trote es un movimiento más rápido que puede alcanzar los cinco kilómetros por hora solo ocurrido en momento de fuga o situación de miedo. Por último, la corrida, requiere mucha más acción de movimiento de partes posteriores, es utilizada en situaciones de depredación, alegría, juegos entre ellos (Ekesbo & Gunnarsson, 2018; Shahhosseini, 2013). El caminar varió de 0.61 Nyamuryekung’e *et al.* (2022) hasta 6.36 horas Rahman *et al.* (2018) (Figura 1.10).

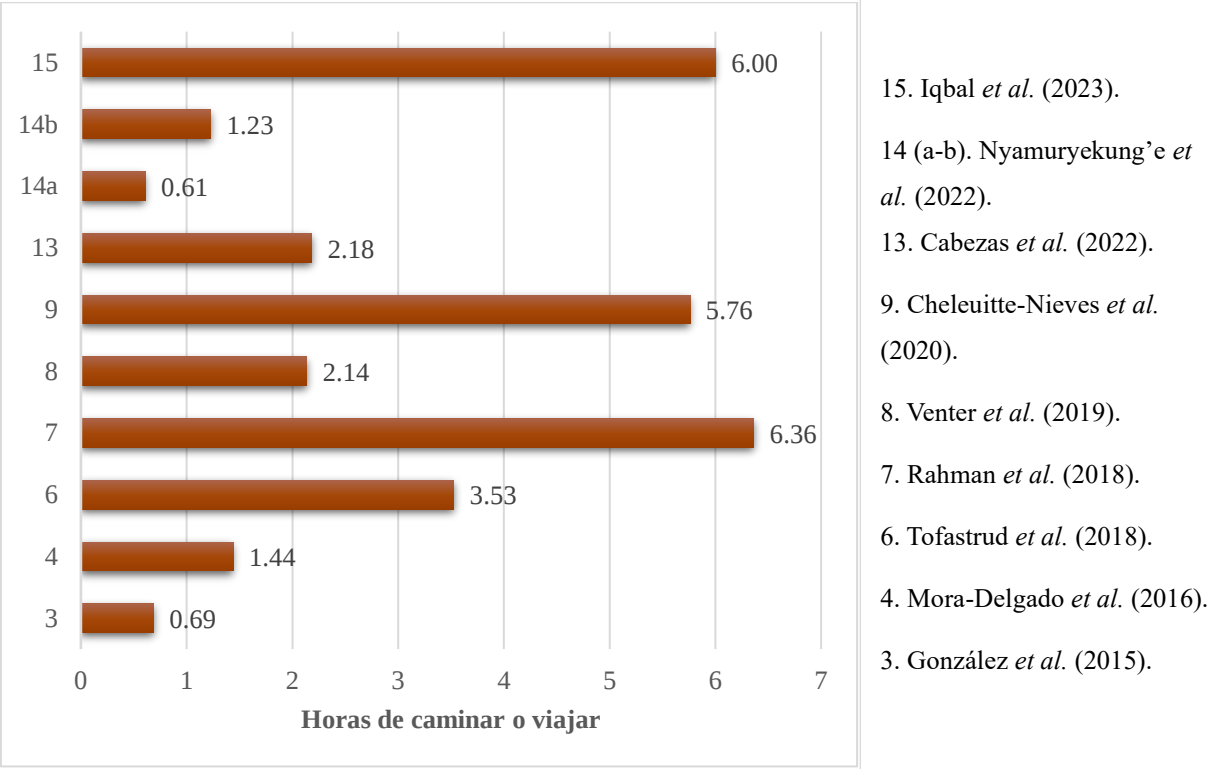


Figura 1.10. Caminar (número de horas).

1.5.5 Jugar y otros comportamientos.

La especie bovino es clasificada como “presa” lo cual ha requerido el miedo inherente a los desconocidos, sonidos elevados y movimientos bruscos (Shahhosseini, 2013). Teniendo en cuenta que las vacas son animales demasiados curiosos por naturaleza pueden reaccionar de forma brusca por miedo (Whay, 2016).

En un rebaño van definida desde la vaca más dominante hasta la más sumisa influenciadas por la edad, fuerza o tamaño corporal (Ekesbo & Gunnarsson, 2018). La jerarquía se puede reorganizar en la entrada de animales nuevos o salida de animales dominante, normalmente la jerarquía no permanece estática durante todo el año puede haber un cambio significativo (Shahhosseini, 2013). La ventaja de los animales en pastoreo es la disminución de dominancia de los animales gracias al espacio para moverse, elección de su alimento o de bebida. Por el contrario, al sistema intensivo el dominio está más definido en los animales por su reducido espacio (Ekesbo & Gunnarsson, 2018).

1.5.6 Efecto de la biomasa del pasto

Las revisiones científicas de este último siglo, han demostrado que la densidad del pastoreo es de menor importancia en la relación con la carga ganadera para determinar animales por producción vegetal (Venter *et al.*, 2019). Los ganaderos deben elegir una carga animal óptima en medio de la incertidumbre sobre de cuánto forraje hay disponible (Macdonald *et al.*, 2008). El aumento del consumo de pasto da como resultado positivo una disminución de suplementación alimentaria, lo que lleva costos de alimentación bajos (Klootwijk *et al.*, 2019).

Los pastos se han señalado como un beneficio para los animales y se han vuelto cada vez vas demandados por los consumidores con más énfasis en Europa (Chapa *et al.*, 2023). Para que los ganaderos adopten estas tecnologías para dar una mayor eficacia a los pastos y su seguimiento diariamente es importante comprender su fiabilidad (Gargiulo *et al.*, 2023). La masa forrajera del pasto como utilización alimentaria del ganado es difícil de estimar (Wlodarski *et al.*, 2023).

Las tecnologías tienden a tener limitaciones para lograr diferentes mediciones precisas de pasto independiente de método de tecnología elegida. Si bien los agricultores pueden utilizar la evaluación visual para hacer aproximaciones, una evaluación precisa de la masa forrajera ayudaría a gestionar de manera óptima los sistemas de pastoreo (Cho *et al.*, 2019).

Tradicionalmente los investigadores han utilizado el de cortes y pesaje en pastos locales para calibrar estas herramientas lo cual trae como consecuencia el aumento de manos de obra y sobrecostos (Gargiulo *et al.*, 2023). El Rising Plate Meter (RPM) es un instrumento utilizado para medir la densidad del pastaje en pasto, mientras se estima la materia seca (Earle & McGowan, 1979). La placa comprime los forrajes debajo de ella. Esto significa que un pasto

escaso dará una lectura más baja y en los pastos con alta densidad la lectura será más alta (MacAdam & Hunt, 2015). Por Klootwijk *et al.* (2019) este medidor en específico cuenta con el número de lecturas y registran una medición acumulada continua media, más conveniente también pueden promediar la lectura acumulada de cualquier número de mediciones tomadas en un solo potrero y luego pueden ponerse a cero para la siguiente parcela. Básicamente la placa ascendente parece un bastón sujeto a una placa que puede subir y bajar a medida que él se presiona contra el suelo. Podemos observar en la (figura 1.11). Se han evaluado el medidor de plato ascendente en nueva Zelanda y California. Los estudios se han centrado principalmente en *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* (Cho *et al.*, 2019).



Figura 1.11. Plato ascendente (RPM).

El plato ascendente (RPM), herramienta que existe hace mucho tiempo, se utiliza para medir el pasto. El RPM ha evolucionado, siendo actualmente, totalmente digitalizada ahorrando tiempo y aumentando la base de datos de los pastos (Chapa *et al.*, 2023).

En particular, el aprovechamiento eficiente de pastoreo debe ser realizado justo cuando el crecimiento madura, con una densidad de ganadera lo suficiente alta como para eliminar las hojas del pasto, pero no las bases de los tallos (MacAdam & Hunt, 2015). La mayoría de los pastos almacenan los carbohidratos necesarios para volver a crecer en la superficie en la base de sus tallos (USDA, 2015). Después que se pastorean el forraje, estos carbohidratos son

necesarios para mantener los sistemas de raíces y favorecer el crecimiento de nuevos brotes. Si se sobrepastorea un pastizal y se eliminan las bases de los tallos, las raíces mueren y se restringe la capacidad de planta forrajera para extraer agua y nutrientes del suelo, lo que reduce la competitividad de los forrajes deseable y conduce a la invasión de malezas. Al contrario, si un pasto se deja sin pastorear por mucho tiempo el forraje maduran demasiado y las proteínas y carbohidratos vegetales disminuyen en relación con la fibra que también se vuelve menos digerible (Macdonald *et al.*, 2008).

El sobrepastoreo debe evitarse por periodos alargados, porque puede perjudicar la persistencia de algunas especies y grado de cobertura del pasto, aumentando la erosión de los suelos. De igual forma en el subpastoreo, la carga animal inferior a la capacidad del pasto trae como consecuencia la reducción de la calidad de este. También debe evitar el pastoreo en zona encharcadas, ya que el pisoteo de los animales puede provocar damnificación mecánica del suelo como principalmente la compactación (Freixial & Barros, 2012). A través de la gestión permite manipular sobre las variables de número de animales y biomasa total (Sales-Baptista *et al.*, 2016).

Una buena altura de pastoreo para la mayoría de los forrajes es de 7.62 a 10.16 cm; para los pastos más cortos como los rastrojos de 5.08 cm es bueno. Para el ganado, un pasto denso es de 15.24 a 25.40 cm de altura proporciona el tamaño de bocado ideal, facilita el pastoreo más eficiente y el mayor consumo. Una altura de rastrojo de 7.62 a 10.16 cm corresponde a 498.95 a 589.67 kg de MS por leguminosa en estación fría (Griggs & Pack, 2004). Algunas como la alfalfa acumulan carbohidratos y proteínas para volver a crecer bajo tierra en su corona y raíces. No obstante, los pastos comunes como la festuca y raíces perennes son de racimo y utilizan las bases de sus hojas y tallos para el almacenamiento (MacAdam & Hunt, 2015).

Como alternativa, un medidor de plato ascendente puede medir rápidamente la masa forraje. El medidor de plato ascendente se calibra tomando muchas lecturas de la misma parcela en diferentes etapas de crecimiento y en diferentes momentos durante la temporada. Esto permite determinar tanto el rastrojo post-pastoreo como la materia seca previa al pastoreo, por lo que se necesita una ecuación de calibración para convertir unidades de medidor placa ascendente en masa de forrajera (Rayburn *et al.*, 2017).

1.6 Objetivo del trabajo

La producción ganadera ha experimentado un gran desarrollo, con el uso de tecnologías informáticas inteligentes, como los sensores de acelerómetro que recopilan e identifican datos de comportamiento. Estos sensores GPS ayudan a los ganaderos a monitorear la alimentación del ganado de vacuno. Como también, pueden reducir las tareas físicas de los ganaderos permitiéndoles reconocer con mayor precisión la salud de los animales. Asimismo, reducir el sesgo relacionado con la interpretación de los comportamientos de los animales (Nogoy *et al.*, 2022).

Este trabajo tuvo como objetivos principales:

- Evaluar el comportamiento del ganado vacuno en pastoreo mediante sistemas de localización GPS por collares colocados en vacas y novillas.
- Evaluar la evolución de patrones de comportamiento (pastar, rumiar, descansar, caminar y otro).
- Determinar la relación entre la disponibilidad de pasto, ingestión de materia seca (con RPM), comportamiento de pastar y rumiar.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

En las siguientes secciones se describe la empresa NaturalMinho, sus áreas agrícolas, efectivo vacuno, características de los equipamientos empleados, recolección, procesamiento y análisis estadístico de los datos.

2.1 Descripción del área de estudio

El trabajo se realizó en la empresa NaturalMinho, situada en el municipio de Ponte de Lima, Portugal. La ganadería consta de un efectivo de 97 vacas, 8 toros, 35 terneras y 35 terneros, compuesta por diferentes parcelas con una superficie total de 72.95 ha. Las coordenadas de la exploración son 41°78'29.7" altitud y 8°59'91.3" longitud. En la figura 2.1 se muestra las características de la finca y potreros ubicados.



Figura 2.1. NaturalMinho.

El clima en Portugal es determinado por el mediterráneo con una temperatura media de 13-18 °C. Los meses de veranos pueden ser demasiado caluroso hasta alcanzar los 40 °C, en cambio las temporadas de otoño, invierno son lluviosos con fuertes vientos (IPMA, 2024a). En el cuadro 2.1 están presentando más detallada los valores de temperatura (T°) y precipitación en los meses de ensayo del trabajo con respecto al distrito de Viana do Castelo (IPMA, 2024b).

Cuadro 2.1. Datos climáticos en distrito de Viana do Castelo (IPMA,2024b)

Parámetros	Meses de estudio					
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Tº baja promedio	7.0	7.8	8.8	7.6	10.1	10.4
Tº máxima promedio	14.3	15.0	16.3	16.9	20.2	19.6
Tº baja absoluta	0.3	1.8	5.7	3.7	4.3	6.4
Tº máxima absoluta	17.2	19.7	22.2	28.4	27.3	29.0
Precip. total (mm)	191.6	145.1	141.4	207.3	74.8	122.2
Precip. máx. diaria (mm)	49.5	30.1	41.3	30.4	16.4	43.8
Velocidad del viento máxima (Km/h)	52.9	65.2	65.9	70.2	65.2	52.9

El ensayo empezó el día 02/12/2023 y terminó el día 31/05/2024. El promedio/semana de la temperatura del aire en la estación de Ponte Da Barca (Ponte de Lima), altitud de 39 m (17°62'01.226"; 53°70'97.421") se puede observar en el cuadro 2.2, siguiente.

El año de siembra del pasto se estableció en 2015 y 2019. Los suelos son ácidos (pH de 5.3) y pobres en fósforo. Los fertilizantes utilizados son la cal como correctivo, tudidol aprox. 2 tn/ha, renovación fuerza Ecophosk aprox. 300 kg/ha.

El sistema de pastoreo es rotacional, aún las vacas entran en una nueva parcela dependiendo de la disponibilidad del pasto en cada parcela (figura 2.2).



Figura 2.2. Animales en pastoreo en NaturalMinho

Cuadro 2.2. Temperatura media estación de Ponte de Barca;(sd: sin datos.)

Semana	Inicio	Fin	T° media
1	02/diciembre/23	08/diciembre/23	8.60
2	09/diciembre/23	15/diciembre/23	13.90
3	16/diciembre/23	22/diciembre/23	11.70
4	23/diciembre/23	29/diciembre/23	9.40
5	30/diciembre/23	05/enero/24	11.00
6	06/enero/24	12/enero/24	5.60
7	13/enero/24	19/enero/24	14.00
8	20/enero/24	26/enero/24	10.40
9	27/enero/24	02/febrero/24	11.90
10	03/febrero/24	09/febrero/24	13.00
11	10/febrero/24	16/febrero/24	10.30
12	17/febrero/24	23/febrero/24	12.60
13	24/febrero/24	01/marzo/24	10.20
14	02/marzo/24	08/marzo/24	9.50
15	09/marzo/24	15/marzo/24	<i>sd</i>
16	16/marzo/24	22/marzo/24	<i>sd</i>
17	23/marzo/24	29/marzo/24	9.60
18	30/marzo/24	05/abril/24	10.50
19	06/abril/24	12/abril/24	13.90
20	13/abril/24	19/abril/24	19.00
21	20/abril/24	26/abril/24	15.90
22	27/abril/24	03/mayo/24	10.70
23	04/mayo/24	10/abril/24	16.60
24	11/mayo/24	17/abril/24	15.30
25	18/mayo/24	24/mayo/24	14.10
26	25/mayo/24	31/mayo/24	19.50

La alimentación de los terneros se basa en amamantamiento natural con sus madres, suplementados con pienso concentrado en comederos selectivos (figura 2.3.).



Figura 2.3. Comedero selectivo para terneros

Lo efectivo animal está dividido en diferentes lotes (1 toro para cada 5 a 10 vacas, con recurso a monta natural). Las vacas quince días antes del parto son separadas del lote y conducidas para una parcela monitoreada por cámara digital para acompañar la evolución del término de la gestación y parto.

En el manejo sanitario se hacen tratamientos de desparasitación (mosca y piojo), prevención (clostridiose, retención placentaria y diarrea en terneros) y saneamiento obligatorio (*lengua azul*, *brucelosis bovina* y *tuberculosis bovina*).

La composición botánica de los pastos es: trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*), trébol persa (*Trifolium resupinatum*), trébol balanza (*Trifolium micheleanum*), trébol vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*), serradela (*Ornithopus sativus*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol violeta (*Trifolium pratense*), fresa de burro (*Trifolium fragiferum*), raigrás anual (*Lolium multiflorum*), raigrás (*Lolium perenne*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), cañuela (*Festuca arundinacea*) y achicoria (*Chicorium intybus*).

La suplementación de los animales fue con heno-ensilado de hierba compuesto de raigrás (*Lolium perenne*), (*Festuca* L.), dátilo (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol violeta (*Trifolium pratense*), Lotus (*Lotus corniculatus*).

2.2 Animales monitorizados

El ganado monitorizado fue compuesto por tres grupos en pastoreo, identificados por 1 y 2, con vacas nodrizas, terneros y toro) y grupo 3 (novillas). Solamente se ha colocado collares en las vacas y novillas (cuadro 2.3.).

Cuadro 2.3. Animales monitoreados con collares GPS rumi

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3
	Vacas nodrizas (n=5)		Vacas nodrizas (n=8)		Novillas (n=9)
	Edad (años)	Partos (Nº)	Edad (años)	Partos (Nº)	Edad (meses)
Media	7.50 ± 4.90	5.60 ± 5.08	8.70 ± 3.8	6.10 ± 3.83	22.30 ± 1.1
Mín.	2.20	1	2.00	1	20.40
Máx.	12.60	11	12.50	11	23.80

Los collares GPS RUMI para el ganado utilizado en la empresa INNOGANDO (<https://innogando.com/rumi/>), se manejaban a partir de una aplicación smartphone y una interfaz web para monitorear a los animales durante las 24 horas (figura 2.4).



Figura 2.4. Bovino con dispositivo de rastreo GPS en collar.

El sistema de seguimiento GPS incluía los siguientes componentes: recarga su batería de forma automática con energía solar, con una carcasa protectora IP67 para las condiciones meteorológicas adversas. La combinación del plástico ABS resistente a los golpes y Nylon entrelazado para asegurar la sujeción. La conectividad LoRaWan otorga un rango de alcance, estándar de conectividad de hasta 30 km a una eficacia de 868 MHz a 915 MHz.

Los datos son registrados por el collar donde se almacenan en un servidor. A través de una aplicación móvil o web pueden acceder con su usuario y contraseña. Los usuarios por medio de estas aplicaciones reciben alertas sobre cambios de ubicación o estado de salud. La aplicación rumi permite observar, por medio del mapa, la localización de los animales y qué actividad está realizando en determinado tiempo del día (figura 2.5) (Innogando, 2024).



Figura 2.5. Aplicación rumi y sitio web. Fuente: (Innogando, 2024).

2.3 Monitorización y procesamiento de datos por el dispositivo RUMI

La frecuencia de datos registrados fue realizadas a cada 3 minutos y recolectados diariamente desde el inicio del ensayo (02 de diciembre del 2023) hasta el final (31 mayo del 2024), con una duración de 26 semanas para las vacas y 15 semanas para las novillas. Los comportamientos de estudiados registrados han sido: pastar, rumiar, descansar, caminar y otros.

2.4 Estimativa de la producción de pasto

La producción de pasto fue estimada por RPM, antes y después de pastoreo en las distintas parcelas.

Los pastos de la explotación son semejantes para todas las parcelas, con árboles situados para refugios de los animales, proporcionando todas de fuente de agua como abrevaderos.

Se utilizó un medidor de placa ascendente (RPM, Jenquip medidor electrónico de placa plegable EC09) (figuras 2.6), para estimar la materia seca del plato (kg MS/ha) de las parcelas monitoreadas.



Figura 2.6. RPM utilizado para obtener materia seca del pasto

En cada parcela se realizó un transecto de forma L invertida con un registrado de 3 a 4 lecturas de H (altura del pasto, comprimida por el disco) /parcela, cada lectura era un promedio de 30 puntos de muestreo. Este valor fue ingresado en la ecuación de calibración obtenida por Simões *et al.* (2024) para pastos semejantes en Portalagre, Elvas y Évora: $\text{kg MS m}^{-2} = 10.6188 * H$, con $R^2 = 0.822$ ($P < 0.001$).

Se hizo la estimativa de la cantidad de pasto en las distintas parcelas, en la entrada y salida de los animales (características de cada parcela y fechas en el cuadro 2.4). La estimativa en la entrada de los animales fue considerada como “la disponibilidad de pasto” (kg MS/parcela) de cada parcela; la capacidad de carga (Disponibilidad de pasto/CN) y se determinó la carga instantánea (carga en CN/área de cada parcela). Según se diferencia entre la cantidad de pasto a la entrada y a la salida, se estimó el consumo de pasto del grupo; este

consumo ha sido entonces convertido en kg MS/100 kg PV, por la división simple y el peso vivo (PV) total del grupo. En cada grupo, se estimarán los promedios de los tiempos de pastoreo y rumiación en cada parcela (ciclo de pastoreo), con recurso de los collares RUMI.

Cuadro 2.4. Distribución de los grupos para la medición de biomasa

Grupo 1: 13.5 CN (10 vacas; 9 terneros; 1 toro)						
Parcela	1	2	3	4	5	Área total
Área	4 485.00	4 250.18	5 957.35	5 297.92	6 000.69	25 991.14 m ²
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	
Día entrada	23/3/24	15/4/24	17/4/24	22/4/24	29/4/24	
Día salida	25/3/24	17/4/24	22/4/24	29/4/24	06/5/24	
Grupo 2: 7.5 CN (5 vacas; 5 terneros; 1 toro)						
Parcela	1	2	3	4		Área total
Área	5 382.69	4 917.23	8 682.91	3 782.22		22 765.05 m ²
	m ²	m ²	m ²	m ²		
Día entrada	18/3/24	15/4/24	17/4/24	29/4/24		
Día de salida	23/3/24	17/4/24	22/4/24	06/5/24		
Grupo 3: 9.5 CN (11novillas; 1 toro)						
Parcela	1	2	3			Área total
Área	3 031.18	6 655.75	5 947.64			15 634.57m ²
	m ²	m ²	m ²			
Día de entrada	18/3/24	15/4/24	29/4/24			
Día de salida	23/3/24	29/4/24	07/5/24			

2.5 Análisis estadístico

Para la recolección de datos se utilizó el programa de Excel 365 (Microsoft) y para el tratamiento estadístico el paquete IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El análisis de los comportamientos estudiados entre los 3 grupos se realizó por ANOVA (One-Way ANOVA). Se presentan las medias $\pm$ desvió estándar de los parámetros y los resultados de P de las ANOVAS de:

- Disponibilidad de pasto (kg MS/parcela)
- Capacidad carga (Disp. Pasto /CN)
- Carga instantánea (CN/área de la parcela), no momento i
- Consumo de pasto (kg MS /100 kg PV)
- Tiempo de pastoreo (horas/día)
- Tiempo de rumiar (horas/día)
- Tiempo de descansar (horas/día)
- Tiempo de caminar (horas/día)
- Otro (tiempos de otras actividades no especificadas a lo largo de las 24 horas) (horas/día)

Como el consumo de pasto, los tiempos de pastoreo y de rumiar se muestrearán determinados por varios factores, se hizo un análisis de regresión de Pearson y se presentan los coeficientes de correlación y su significancia (P).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Monitorización del comportamiento animal

Los 3 grupos han registrado diferencias en el comportamiento de pastoreo, rumiar, descansar y caminar ($P < 0.001$) (Cuadro 3.1). Cabe destacar que las 3 primeras actividades referidas, correspondieran a más de 80 % en las vacas y 73 % en las novillas, del tiempo total. La duración de pastoreo y rumiar ha sido superior en las vacas mientras que descansar ha sido en las novillas.

Cuadro 3.1. Promedio de número de horas por actividad, en cada grupo de manejo (valores con letra distintas son significativamente diferentes)

Grupo	N	Pastar	Rumiar	Descansar	Caminar	Otro
1	312	5.93 ^a ± 3.03	8.11 ^a ± 3.41	5.33 ^a ± 2.73	0.38 ^a ± 0.23	4.25 ^a ± 1.46
2	650	6.35 ^a ± 3.21	9.04 ^b ± 2.63	4.31 ^b ± 1.88	0.22 ^b ± 0.18	4.07 ^a ± 1.54
3	601	4.75 ^b ± 2.44	6.37 ^c ± 2.33	6.31 ^c ± 2.14	0.68 ^c ± 0.41	5.90 ^b ± 1.44
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Con respecto a la evolución del tiempo de los diferentes patrones de comportamiento, el período de estudio entre grupos ha sido distinto: 26 semanas en grupo 1 y 2 y 15 semanas en grupo 3.

El tiempo dedicado a pastoreo osciló en el grupo 1 de 2.50 a 10.00 horas/días, en grupo 2 de 2.00 a 9.50 horas/día y en el grupo 3 entre 1.50 a 7.50 horas/día, revelando variabilidad (figura 3.1). Los valores más elevados obtenidos son similares a las 10.80 horas (Iqbal *et al.*, 2023), 10.68 (Rahman *et al.*, 2018), 9.36 horas (González *et al.*, 2015) y 6.22 (Iqbal *et al.*, 2021). La baja disponibilidad del pasto puede aumentar el tiempo de pastar (Hejzmanová *et al.*, 2009) para compensar el tamaño del bocado (Mohammed *et al.*, 2020). Sin embargo, se ha verificado un incremento, a partir de la semana 18, correspondiendo al aumento de temperaturas e inicio de la primavera, mayores con crecimientos del pasto y disponibilidad. De hecho, el incremento de temperatura puede, por su lado, activar el comportamiento exploratorio por parte de los animales, coincidiendo con Hessle *et al.* (2008) y Hejzmanová

et al., (2009). Este comportamiento está de acuerdo con la correlación positiva y significativa que se encuentra en el estudio (Cuadro 3.2.).

Cuadro 3.2 Correlación entre los tiempos de pastoreo y la temperatura media del aire

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T°C	0.500	0.472	0.608
P	< 0.005	< 0.005	< 0.005
N	24	24	14

Además, los grupos 1 e 2 eran constituidos por madres con respectivos terneros. Como refieren Tofastrud *et al.* (2018) asociar positivamente el tiempo de pastoreo con la lactancia, por su fuerte demanda de energía en comparación con las vacas secas. Otros factores como la metodología empleada al momento de las observaciones, también los cambios estacionales y cantidad de forraje disponible puede tener relevancia a la disminución de tiempo de pastar.

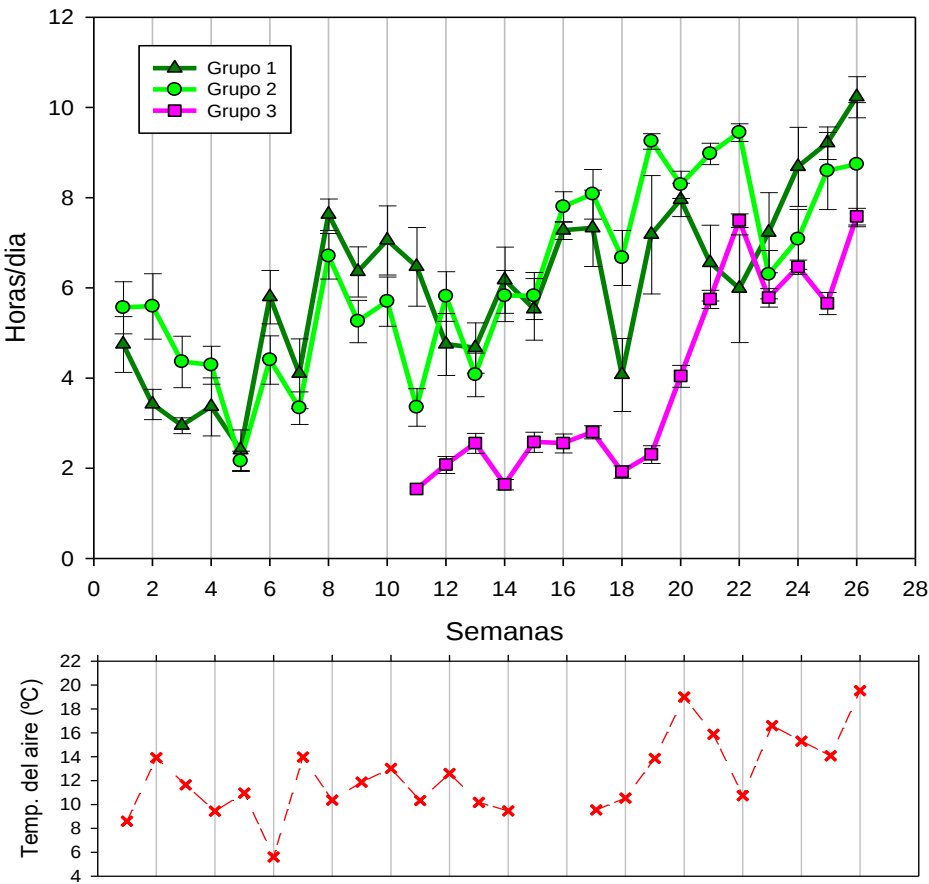


Figura 3.1. Comportamiento de pastar en los 3 grupos de estudio a lo largo de las 26 semanas en horas/día (arriba) y temperatura media del aire (abajo).

La duración de rumiar en el estudio, no obstante, hay diferencias entre grupos, el grupo 1 varió entre 3.00 a 12.00 horas/día, en el grupo 2 de 5.50 a 12.00 horas/día y en el grupo 3 con 4.50 a 11.00 horas/día ha seguido una evolución temporal semejante, pero de disminución a partir de la semana 14 (figura 3.2). Otros estudios han demostrados patrones similares en el tiempo de rumiar con valores mínimos de 0.96 horas/día (Iqbal *et al.*, 2021), 4.44 (Rahman *et al.*, 2018), y 4.58 horas (Pereira *et al.*, 2018) y 12.12 horas (Tofastrud *et al.*, 2018).

La disminución de la rumia señala una falta de fibra eficaz en la dieta de la vaca, mientras que el aumento del tiempo de rumia, se asocia con una mayor producción de saliva y un mejor estado de salud del rumen de los animales (Chelotti *et al.*, 2023) y al alto contenido de fibra y bajo contenido de proteína (Hejzmanová *et al.*, 2009). Sin embargo, las observaciones, no podrán ser explicadas por estos hechos, ya que a lo largo de las semanas se esperaría un aumento de fibra del pasto, por lo tanto, un aumento del tiempo de rumiación. La disminución del tiempo diario de rumia podría interpretarse como un indicador de estrés ambiental severo o enfermedades emergentes (Chelotti *et al.*, 2023) o indicar el comienzo del ciclo estral o inicio del parto (Hejzmanová *et al.*, 2009). Finalmente, el tiempo de rumiar es diferente para cada raza (Iqbal *et al.*, 2023).

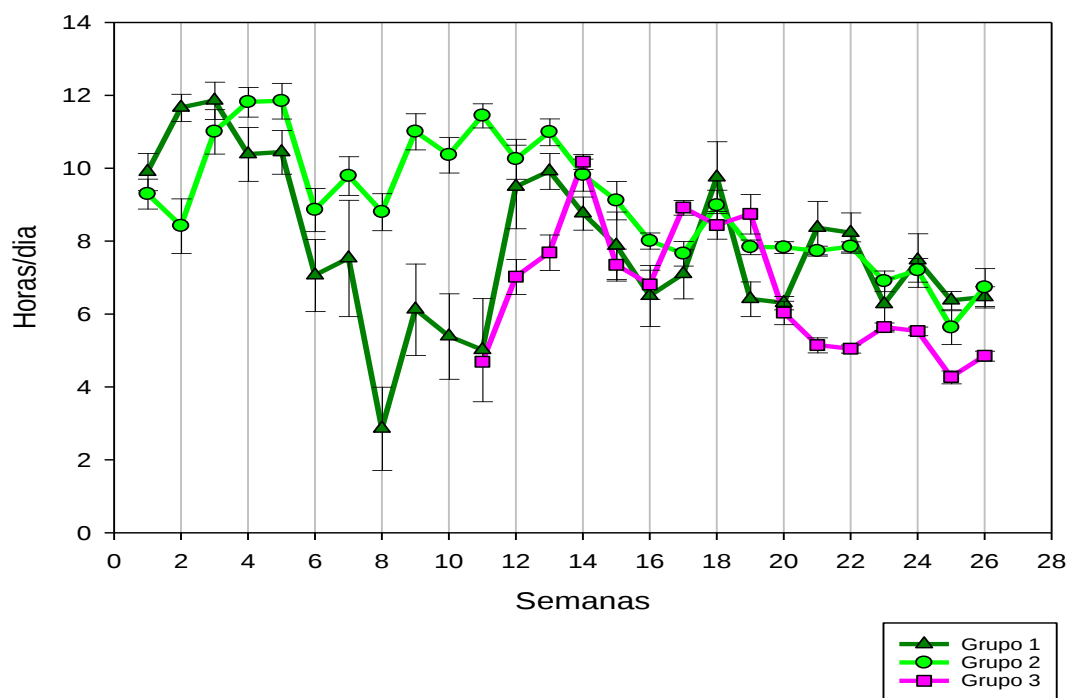


Figura 3.2. Comportamiento de rumiar en los 3 grupos de estudio en las 26 semana (horas/día).

La correlación entre la temperatura del aire y el tiempo de rumiación solo fue significativa en el grupo 2 ($r = -0.518$; $P < 0.001$).

A semejanza de los comportamientos anteriores, el descanso presentó mayor amplitud en los grupos 1 con 3.00 a 10.50 horas/días y grupo 3 con 5.00 a 11.00 horas/días. El grupo 2 se reveló más constante con 3.0 a 6.50 horas/días (figura 3.3) y Siendo un patrón de comportamiento esencial y los tiempos están de acuerdo con los valores máximos de 15.75 horas (Nyamuryekung'e *et al.*, 2022), 14.60 (McIntosh *et al.*, 2022) y inferiores de 6.72 horas (Cheleuitte-Nieves *et al.*, 2020), 4.61 con (González *et al.*, 2015) y 1.06 (Rahman *et al.*, 2018). Cabe destacar que la diferenciación de las razas nativas u otros tipos de razas donde las condiciones de temperatura influyen en el tiempo de descanso (Iqbal *et al.*, 2023), puede ser afectado por la estación y temperatura de arriba de 25°C como temperatura umbral (Tofastrud *et al.*, 2018) En nuestro caso no parece ser la explicación, pues la correlación no ha sido significativa en ningún grupo ($r = 0.150$; $P < 0.519$).

Las novillas han registrado tiempos de descansos superiores como refieren Hejmanová *et al.* (2009).

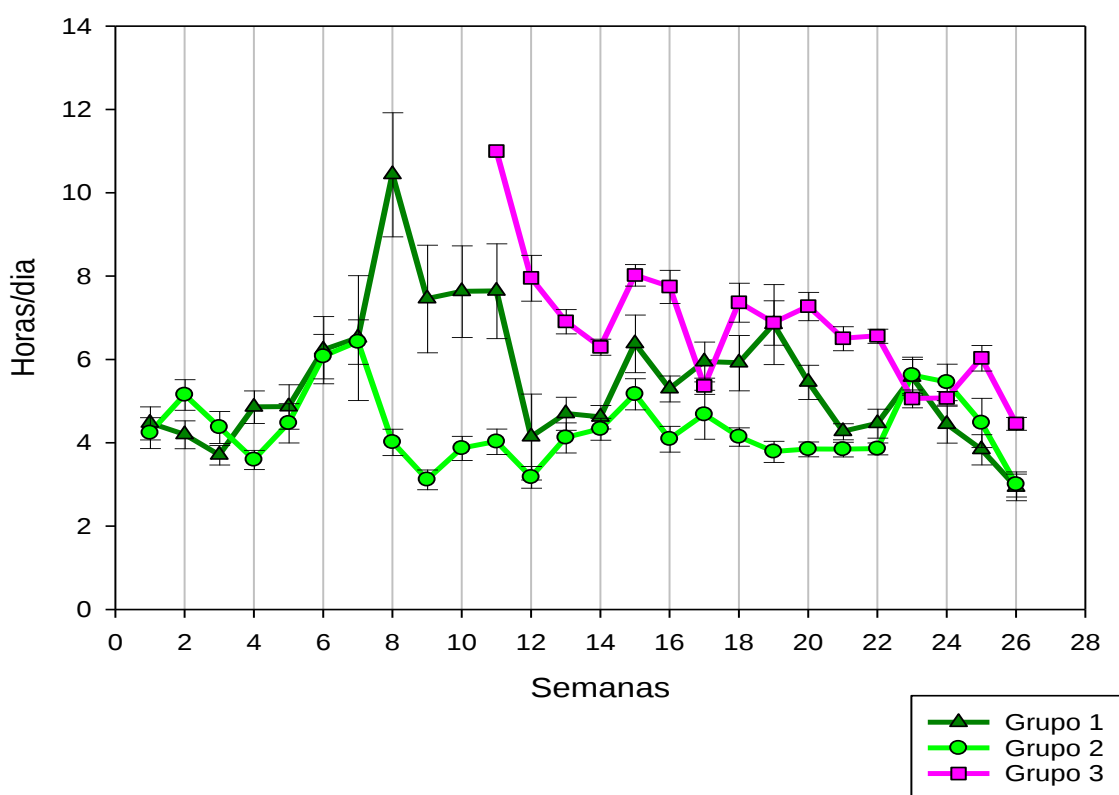


Figura 3.3. Comportamiento de descansar en los 3 grupos de estudios en las 26 semanas (horas/día).

El tiempo dedicado a caminar, según la investigación, osciló, en el grupo 1 con 0.15 a 0.70 horas/días, en el grupo 2 de 0.10 a 0.45 horas/días y el grupo 3 de 0.10 a 1.50 horas/días (figura 3.4), siendo superior en las novillas. Nuestros resultados se aproximan de otros estudios realizados por Nyamuryekung'e *et al.* (2022) con 0.61 horas, González *et al.* (2015) con 0.69 horas, Mora-Delgado *et al.* (2016) con 1.44 horas, pero muy inferiores a las 6.36 horas/día de Rahman *et al.* (2018). La distancia recorrida y sus otras actividades disminuían el tiempo de pastar y tiempo de rumiar (Hessle *et al.*, 2008). Se realza el hecho de que la reducida área de las parcelas y rotación entre ellas, puede justificar los reducidos tiempos de caminar. También no se encontrarán correlaciones significativas con la temperatura ($r = 0.112$; $P < 0.323$).

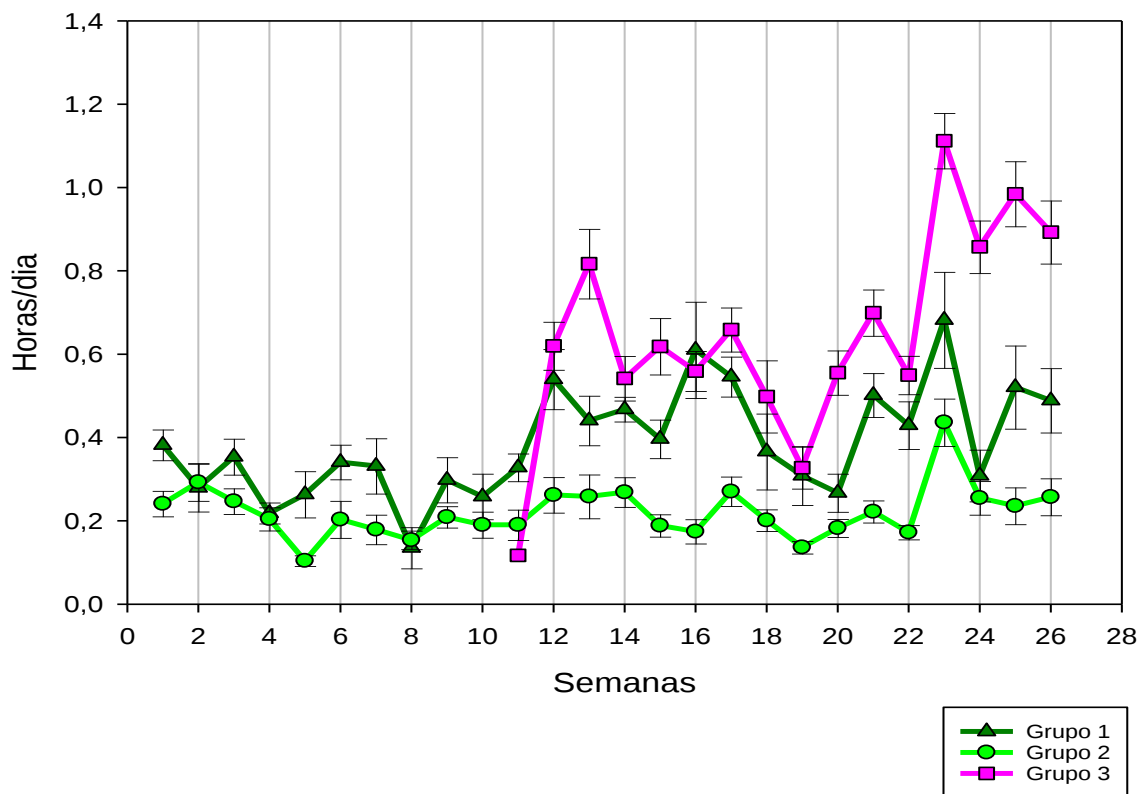


Figura 3.4. Comportamiento de caminar en los 3 grupos de estudios en las 26 semanas en horas/día.

En otros comportamientos como beber agua, interacciones sociales, entre otros, se observó en el grupo 1, 3.00 a 6.30 horas/día, en el grupo 2 de 2.50 a 5.50 horas/días y el grupo 3 de 4.50 a 7.00 horas/días (figura 3.5), presentando estas últimas valores superiores. Las condiciones fisiológicas del animal como la maternidad pueden diferenciar los comportamientos entre vacas y novillas (Hessle *et al.*, 2008).

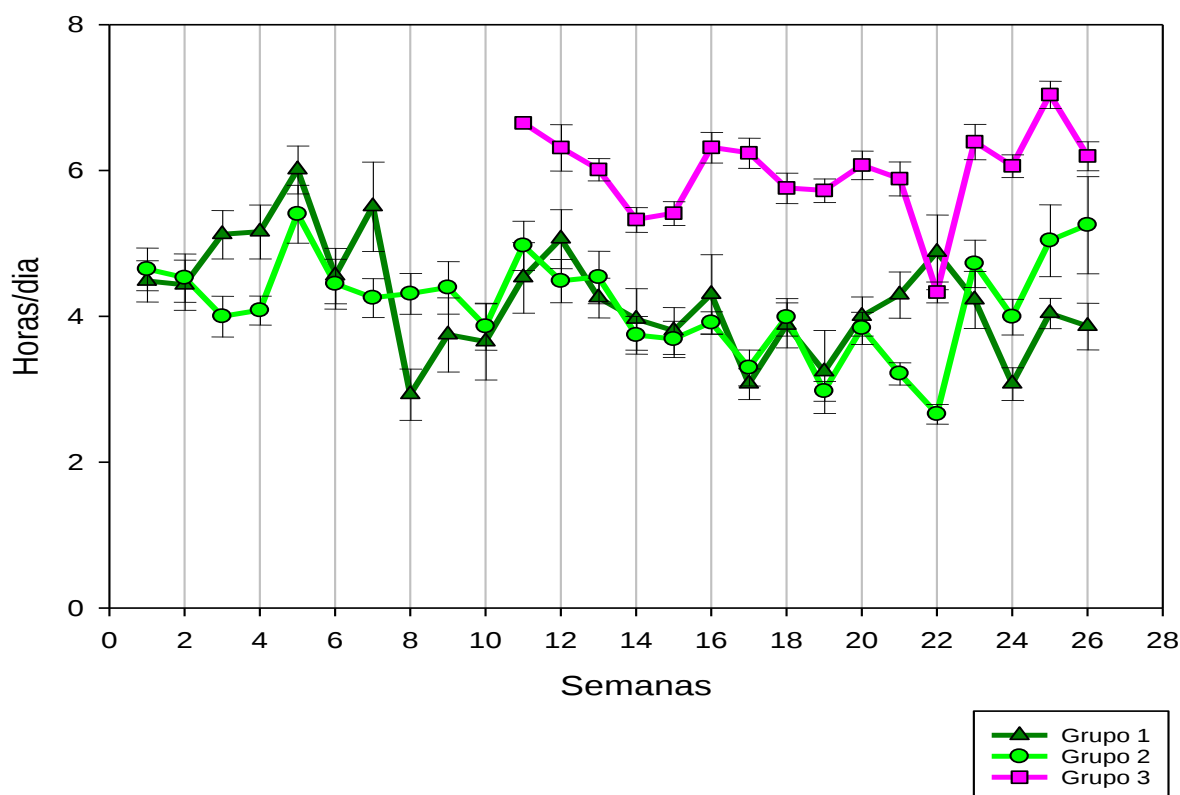


Figura 3.5. Otros comportamientos en los 3 grupos de estudio en las 26 semanas en horas/días.

3.2 Relación entre la disponibilidad de pasto y el comportamiento

En un periodo más estricto del estudio, entre 23 marzo y 24 de mayo, se estimó la disponibilidad de pasto en las parcelas y se registró el comportamiento de los animales (cuadro 3.3).

El tiempo de pastar ha presentado diferencias significativas en los 3 grupos de ($P < 0.001$), entre 7.87 horas/día en el grupo 2 y 5.78 horas/día en el grupo 3. Igualmente, en la rumia se ha registrado diferencias entre grupos ($P < 0.001$), superior en las vacas con 8.27 y 7.86 horas/día e inferior con 5.33 horas/días en las novillas. El tiempo de pastoreo ha sido superior al obtenido en el presente estudio usando el período de 26 semanas para las vacas y 15 semanas para las novillas, justificado por coincidir con el período de primavera.

Con respecto al consumo del pasto hubo diferencias significativas ($P < 0.001$), con valores superiores en las vacas con 1.46 y 1.36 kg MS/100kg PV e inferior de 0.56 kg MS/100kg PV en las novillas (cuadro 3.3.) (Anexos I).

Cuadro 3.3. Promedio de horas/día de pastoreo, rumiación, consumo de pasto. Diferencias significativas señaladas con letra diferente.

Grupo	TP (horas/día)	TR (horas/día)	CS (kg MS/100kg PV)
1	7. 44 ^a	8. 27 ^a	1. 36 ^a
2	7. 87 ^b	7. 86 ^a	1. 46 ^b
3	5. 78 ^c	5.33 ^b	0. 56 ^c
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001

En el cuadro 3.4 y anexos II se puede observar que en los grupos 1 y 2 (vacas con terneros), la disponibilidad de pasto (kg/MS/parcela) ha sido semejante; sin embargo, la capacidad de carga (Disponibilidad de pasto/CN) fue superior en el grupo 2, al que corresponde un consumo de pasto (kg MS/100 kg PV) superior. En el grupo 3 (novillas) con la misma capacidad de carga que en el grupo 1, el tiempo de pastoreo y el consumo de pasto han sido más bajos; la suministración de ensilado en el grupo 3, puede que explique estas diferencias.

Cuadro 3.4. Resultados (medias $\pm$ desvió estándar) de la disponibilidad de pasto (DIS), capacidad de carga (CG), carga ganadera instantánea (CI), consumo de pasto (CS), tiempo de pastoreo (TP) y tiempo de rumiación (TR).

Grupo	N	DIS (MS/parcela)	CG (Disp. Pasto/CN)	CI (CN/ha)	CS (kg MS/100kg PV)	TP (horas/ días)	TR (horas/ días)
1	86	1084.70 $\pm$ 361.53	80.35 $\pm$ 26.78	24.89 $\pm$ 3.05	1.60 $\pm$ 0.96	6.96 $\pm$ 1.28	8.17 $\pm$ 1.33
2	74	1039.10 $\pm$ 490.00	138.55 $\pm$ 65.33	14.84 $\pm$ 4.51	2.35 $\pm$ 1.54	7.94 $\pm$ 1.24	7.77 $\pm$ 0.93
3	89	776.03 $\pm$ 225	81.69 $\pm$ 23.68	17.76 $\pm$ 6.2	0.56 $\pm$ 0.32	5.54 $\pm$ 1.95	5.31 $\pm$ 0.74

Los análisis de correlación permiten identificar varios factores que pueden determinar los comportamientos. Así, en este estudio, el consumo de pasto (kg MS/100 kg PV), se demostró correlacionado significativamente con (cuadro3.5), podemos encontrar mas detallado en (Anexos III):

CG = Capacidad de carga (Disponibilidad Pasto/CN)

TP = Tiempo de pastoreo (horas/día)

TR = Tiempo de rumiar (horas/día)

Cuadro 3.5. Correlación de consumo de pasto con las variables CG, TP y TR.

	CG	TP	TR
Consumo de pasto	0.727	0.323	0.460
P	< 0.01	< 0.01	< 0.01

En lo que respecta al tiempo de pastoreo (horas/día), ha sido correlacionado significativamente con (cuadro 3.6), podemos encontrar mas detallado en (Anexos III):

DC = Días del ciclo del pasto (con referencia al día 1= 23/03/2024);

DIS = Disponibilidad de pasto (kg MS/ha)

CG = Capacidad de carga (Disp. Parcela /CN)

CS= Consumo de pasto (kg MS/100 kg PV)

CI= Carga instantánea (CN/ha)

TR = Tiempo de rumiar (horas/día)

Cuadro 3.6. Correlacione del tiempo de pastar con otras variables

	DC	DIS	CG	CS	CI	TR
TP	0.292	0.130	0.221	0.323	-0.245	0.311
P	< 0.01	< 0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

El tiempo de rumiar se mostró correlacionado con su variable en el (cuadro3.7), podemos encontrar mas detallado en (Anexos III):

DIS = Disponibilidad de pasto (kg MS/ha)

CG = Capacidad de carga (Disp. Parcela /CN)

CS= Consumo de pasto (kg MS/100 kg PV)

TR = Tiempo de pastoreo (horas/día)

Cuadro 3.7. Correlación del tiempo de rumiar con otras variables

	DIS	CG	CS	TR
TR	0.389	0.222	0.46	0.311
P	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

4. CONCLUSIONES

Los datos recogidos permitieron observar diferencias significativas en el comportamiento de pastoreo, rumia, descanso y caminar entre los tres grupos ($P < 0.001$), mostrando las vacas lactantes más tiempo de pastoreo y rumia que las novillas. De hecho, el seguimiento continuo durante las 26 semanas permitió observar la influencia de las estaciones y las condiciones meteorológicas en los comportamientos de los animales, lo que se tradujo en patrones de pastoreo variables pero significativos.

Al analizar los patrones de comportamiento, se observó que las actividades de pastoreo, rumia y descanso representaban más del 80 % del tiempo en las vacas y el 73 % en las novillas. Tuvo una mayor duración en primavera, cuando el suministro de forraje era más abundante en el tiempo de pastar. Por otro lado, las novillas tienden a descansar más, lo que es coherente con sus menores necesidades energéticas.

Se ha encontrado una correlación positiva y significativa entre la disponibilidad de pasto y el tiempo dedicado al pastoreo ($P < 0.01$). Asimismo, los resultados mostraron que, durante los periodos de mayor disponibilidad de pasto, las vacas aumentaron tanto su tiempo de pastoreo como de rumia. Sin embargo, la rumia disminuyó significativamente durante las últimas semanas del ensayo, lo que podría estar relacionado con factores ambientales o el estrés asociado a cambios en la calidad del pasto.

La identificación de estos factores climáticos proporciona una base sólida para futuras investigaciones. La adaptación del comportamiento del ganado a condiciones climáticas extremas podría ser un importante eje de estudio, especialmente en el contexto del cambio climático, que está modificando los modelos de disponibilidad de pastos y las condiciones de manejo del ganado en muchas regiones.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, N. M. A. (2016). *Avaliação dos comportamentos de pastejo e suas relações com caracteres individuais dos bovinos de corte* [Info:ar-repo/semantics/tesis doctoral, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP)]. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/6856>.
- Alonso, M. E., González-Montaña, J. R., & Lomillos, J. M. (2020). Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. *Animals*, 10(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>.
- Andrade, L. P., Rodrigues, J. P. V., & Rodrigues, A. M. (1999). DOP - Valor acrescentado em sistemas extensivos? *Congreso Europeo de Agricultura Sostenible en Ambiente Mediterráneo*, 100-104.
- APACRA (2024). *Historial e aptidões e parâmetros produtivos da raça minhota*. Associação portuguesa dos criadores de bovinos de raça minhota. <https://apacra.pt/historial-e-aptidoes/>. Consulta 14 de marzo del 2024.
- APACRA (2021). *Livro genealógico*. Associação portuguesa dos criadores de bovinos de raça minhota. <https://apacra.pt/livro-genealogico/>. Consulta 14 de marzo del 2024.
- Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., & Pugliese, C. (2022). Review: Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 16(1), 100429.
- Araújo, J.P., 2011. Caracterización etnológica, genética y productiva de la raza bovina Minhota. Publisher: Editorial Académica Española; LAP Lambert Academic Publishing GmbH & CO. KG. Saarbrücken, Germany. ISBN: 978-3-8443-4784-5 <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100429>.
- Araújo, J., Tinoco, D., Cantalapiedra, J., & Cerqueira, J. (2021). Crecimiento de terneros de raza minhota. *Libro de atas: 28. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario*. XIX Jornadas sobre producción animal, Zaragoza - España. https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2021/comunicaciones/2021_SGEG_27.pdf.
- Araújo, P. M., Cerqueira, J.L., Kowalczyk, A., Camiña, M., Sobreiro, J., Araújo, J.P. (2022). Reproductive traits in Portuguese Minhota beef cattle. 73º Congresso Anual da Federação Europeia de Ciência Animal, 05 a 09 de setembro de 2022. Livro de resumos N. 28, pág. 213. ISBN: 978-90-8686-385-3.

- Arya, S., Swain, R. K., Nayak, H. K., & Pati, A. K. (2020). Circadian variations in foraging and resting/standing activity patterns of stray street cattle of urban Sambalpur, Odisha, India. *Biological Rhythm Research*, 51(7), 1053-1065. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1573461>.
- Brennan, J., Johnson, P., & Olson, K. (2021). Classifying season long livestock grazing behavior with the use of a low-cost GPS and accelerometer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 181, 105957. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105957>.
- Byrnes, R. C., Eastburn, D. J., Tate, K. W., & Roche, L. M. (2018). A Global Meta-Analysis of Grazing Impacts on Soil Health Indicators. *Journal of Environmental Quality*, 47(4), 758-765. <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>.
- Cabezas, J., Yubero, R., Visitación, B., Navarro-García, J., Algar, M. J., Cano, E. L., & Ortega, F. (2022). Analysis of Accelerometer and GPS Data for Cattle Behaviour Identification and Anomalous Events Detection. *Entropy*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/e24030336>.
- Camargo, C. R. (2011). *Governança transnacional para a regulação de alimentos orgânicos: O caso da IFOAM*. <https://scholar.archive.org/work/tkihrc2uxbga3fjciaxmamqmcq/access/wayback/http://www.seer.ufal.br/index.php/latitude/article/download/1009/pdf>.
- Campos, B. (2008). Comportamento animal. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 13, 91-92. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2008000100011>.
- Campos, V., Vaz, P.S., Cadavez, V.A.P., Cerqueira, J. & Araújo, J.P., (2012). *Contribuição para o estudo zoométrico das vacas de raça Minhota*. In Resumo das comunicações do VIII Congresso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais, 13 a 15 de Set 2012, Évora, Portugal, 107.
- Cardot, V., Le Roux, Y., & Jurjanz, S. (2008). Drinking Behavior of Lactating Dairy Cows and Prediction of Their Water Intake. *Journal of Dairy Science*, 91(6), 2257-2264. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0204>.
- Chapa, J. M., Pichlbauer, B., Bobal, M., Guse, C., Drillich, M., & Iwersen, M. (2023). Field Evaluation of a Rising Plate Meter to Estimate Herbage Mass in Austrian Pastures. *Sensors*, 23(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/s23177477>.
- Cheleuitte-Nieves, C., Perotto-Baldivieso, H. L., Wu, X. B., & Cooper, S. M. (2020). Environmental and landscape influences on the spatial and temporal distribution of

- a cattle herd in a South Texas rangeland. *Ecological Processes*, 9(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00245-6>.
- Chelotti, J. O., Vanrell, S. R., Martinez-Rau, L. S., Galli, J. R., Utsumi, S. A., Planisich, A. M., Almirón, S. A., Milone, D. H., Giovanini, L. L., & Rufiner, H. L. (2023). Using segment-based features of jaw movements to recognise foraging activities in grazing cattle. *Biosystems Engineering*, 229, 69-84. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.03.014>.
- Cho, W., Brorsen, B. W., Biermacher, J. T., & Rogers, J. K. (2019). Rising Plate Meter Calibrations for Forage Mass of Wheat and Rye. *Agricultural & Environmental Letters*, 4(1), 180057. <https://doi.org/10.2134/aerl2018.11.0057>.
- Cory, V. L. (1927). *Activities of livestock on the range*. Texas Agricultural and Mechanical College System.
- Costa, C. A. D., Esteves Correia, H., Correia, P., Costa, D., Gaião, D., Guiné, R., Coelho, C., Costa, J. M., Monteiro, A., Oliveira, J., Pinto, A., Rodrigues, P., Castro Serrano, J. M., Touriño Guerra, L., Seeds, C., Coll, C., Macdonald, J., Radics, L., Soylu, S., ... Basile, S. (2016). *E-book Agricultura biológica*. EOSA/IPV. <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/4071>.
- Costa, T. M. de A. (2015). *Explorações de bovinos de carne em modo extensivo e semi-intensivo no Alentejo: Uma análise técnico-económica* [PhD Thesis, Universidade de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária]. <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/9146>.
- Cravo, A., & Guedes, C. (2004). Certificação da carne bovina. *BEEFPOINT*. <https://beefpoint.com.br/certificacao-da-carne-bovina-20293/>. consulta 30 Julio 2024.
- Cuchillo, M., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2017). Behavioral patterns of (co-)grazing cattle and sheep on swards differing in plant diversity. *Applied Animal Behaviour Science*, 191, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.009>.
- da Costa, M. P., & Morales, A. M. T. (2011). Practical approach on how to improve the welfare in cattle. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 347-359.
- de Elía, M. (2009). *Etología y comportamiento del bovino*. El Cid Editor apuntes.
- Decandia, M., Giovanetti, V., Molle, G., Acciaro, M., Mameli, M., Cabiddu, A., Cossu, R., Serra, M. G., Manca, C., Rassu, S. P. G., & Dimauro, C. (2018). The effect of different time epoch settings on the classification of sheep behaviour using tri-axial

- accelerometry. *Computers and Electronics in Agriculture*, 154, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.002>.
- DGADR (2021). *Rotulagem facultativa de carne e ovos*. Direção geral de agricultura e desenvolvimento. <https://www.dgadr.gov.pt>. Consulta el 21 de febrero del 2024.
- DGADR (2022). *Guia de Produção animal em agricultura biológica*. DGADR - Direção geral de agricultura e desenvolvimento. <https://www.dgadr.gov.pt>. Consulta el 21 de febrero del 2024.
- Dittrich, I., Gertz, M., & Krieter, J. (2019). Alterations in sick dairy cows' daily behavioural patterns. *Heliyon*, 5(11), e02902. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02902>.
- dos Santos, J. O., de Sousa Santos, R. M., de Andrade, M. E. L., de Sousa, D. F. M. A., & Coelho, D. C. (2012). Agricultura orgânica e a sustentabilidade. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(5), 9.
- do Nascimento Barreto, A., Junior, W. B., Pezzopane, J. R. M., de Campos Bernardi, A. C., de Faria Pedroso, A., Marcondes, C. R. & Garcia, A. R. (2022). Thermal comfort and behavior of beef cattle in pasture-based systems monitored by visual observation and electronic device. *Applied Animal Behaviour Science*, 253, 105687.
- Earle, D. F., & McGowan, A. A. (1979). Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 19(98), 337-343. <https://doi.org/10.1071/ea9790337>.
- Ekesbo, I., & Gunnarsson, S. (2018). *Farm Animal Behaviour, 2nd Edition: Characteristics for Assessment of Health and Welfare, 2nd Edition*. CABI.
- European Commission. (2023). *Eurobarómetro sobre bienestar animal* [Text]. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/eS/ip_23_4951. consulta 1 octubre del 2024.
- FAO (2024). *Estadísticas FAO*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. <http://www.fao.org/statistics/es>. Consulta 1 de abril del 2024.
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98(3), 361-371. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>.
- Freixial, R., & Barros, J. (2012). Forragens. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/5106>.

- García Romero, C. (2006). Control de las helmintosis en ganadería ecológica. *Hojas Divulgadoras-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (España)*, 2118. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122599/records/647247cbe17b74d2224f66bd>.
- Gargiulo, J. I., Lyons, N. A., Masia, F., Beale, P., Insua, J. R., Correa-Luna, M., & Garcia, S. C. (2023). Comparison of Ground-Based, Unmanned Aerial Vehicles and Satellite Remote Sensing Technologies for Monitoring Pasture Biomass on Dairy Farms. *Remote Sensing*, 15(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/rs15112752>.
- González, L. A., Bishop-Hurley, G. J., Handcock, R. N., & Crossman, C. (2015). Behavioral classification of data from collars containing motion sensors in grazing cattle. *Computers and Electronics in Agriculture*, 110, 91-102. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.10.018>.
- Griggs, T., & Pack, K. (2004). *Guidelines for visual assessment of herbage mass in pastures*. https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/590/.
- Hassán Vásquez, J. A. (2023). *Integración de sensores remotos y próximos para el estudio de la dinámica espacio-temporal del comportamiento animal en pastoreo* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Córdoba (ESP)]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=323278>.
- Heins, B. J., Pereira, G. M., & Sharpe, K. T. (2023). Precision technologies to improve dairy grazing systems*. *JDS Communications*, 4(4), 318-323. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0308>.
- Hejzmanová, P., Stejskalová, M., Pavlů, V., & Hejzman, M. (2009). Behavioural patterns of heifers under intensive and extensive continuous grazing on species-rich pasture in the Czech Republic. *Applied Animal Behaviour Science*, 117(3-4), 137-143.
- Herrera, J. P., Rojas, M. D. C., E, G. E., & Tous, M. G. (2017). Biomarcadores conductuales de bovinos del sistema doble propósito. *Revista MVZ Córdoba*, 22(1), Article 1. <https://doi.org/10.21897/rmvz.936>.
- Hessle, A., Rutter, M., & Wallin, K. (2008). Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Applied Animal Behaviour Science*, 111(1-2), 108-119.
- INE (2021). *Recenseamento agrícola 2019*. Instituto nacional de estatística. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICAC

- OESpub_boui=437178558&PUBLICACOESmodo=2. Consulta el 22 de enero del 2024.
- INE (2024). *Portal do INE: Consumo humano de carne per capita (kg/ hab.) por tipo de carnes; Anual.* Instituto Nacional de Estatística. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&contecto=pi&indOcorrCod=0000211&selTab=tab0. Consulta el 22 de enero del 2024
- INIAV (2024). *Raças autóctones em risco de extinção.* Instituto nacional de investigação agraria e veterinária. https://agricultura.gov.pt/documents/78536/123081/QuadroRa%C3%A7as_v2.jpg/401a2328-5dcd-64e1-6cf9-f20a029376b4?t=1618848921713. Consulta el 13 de mayo del 2024.
- Innogando (2024). *Comparativa collar GPS vacas.* <https://innogando.com/rumi/>. Consultado 14 de abril del 2024.
- IPMA (2024a). *Boletim climatológico.* Instituto português do mar e da atmosfera. <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>. Consulta 15 de junio del 2024.
- IPMA (2024b). *Clima normais.* Instituto português do mar e da atmosfera. <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima>. Consulta 15 de junio del 2024.
- Iqbal, H. M. (2015). Cognitive Development, Educational Theories of. En *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 51-57). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.23099-7>.
- Iqbal, M. W., Draganova, I., Henry Morel, P. C., & Todd Morris, S. (2023). Variations in the 24 h temporal patterns and time budgets of grazing, rumination, and idling behaviors in grazing dairy cows in a New Zealand system. *Journal of Animal Science*, 101, skad038. <https://doi.org/10.1093/jas/skad038>.
- Iqbal, M. W., Draganova, I., Morel, P. C. H., & Morris, S. T. (2021). Validation of an Accelerometer Sensor-Based Collar for Monitoring Grazing and Rumination Behaviours in Grazing Dairy Cows. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 11(9), 2724. <https://doi.org/10.3390/ani11092724>.
- Kilgour, R. J. (2012). In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 138(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.12.002>.
- Klootwijk, C. W., Holshof, G., van den Pol-van Dasselaar, A., van Helvoort, K. L. M., Engel, B., de Boer, I. J. M., & van Middelaar, C. E. (2019). The effect of intensive grazing

- systems on the rising plate meter calibration for perennial ryegrass pastures. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10439-10450. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16118>
- Leso, L., Becciolini, V., Rossi, G., Camiciottoli, S., & Barbari, M. (2021). Validation of a Commercial Collar-Based Sensor for Monitoring Eating and Ruminating Behaviour of Dairy Cows. *Animals*, 11(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ani11102852>.
- Lindholm, C., & Vanhatalo, U. (2021). *Handbook of easy languages in Europe*. Frank & Timme. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/52628>.
- MacAdam, J. W., & Hunt, S. R. (2015). *Using a rising plate meter to determine paddock size for rotational grazing*. https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/775/
- Macdonald, K. A., Penno, J. W., Lancaster, J. a. S., & Roche, J. R. (2008). Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 2151-2163. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0630>.
- Malafaia, G. C., Biscola, P. H. N., & Dias, F. R. T. (2020). Projeções para o mercado mundial de carne bovina 2020-2029. *Relatório técnico. Centro de Inteligência da Carne Bovina. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande*. <https://core.ac.uk/download/pdf/339922859.pdf>.
- Manning, J. K., Cronin, G. M., González, L. A., Hall, E. J. S., Merchant, A., & Ingram, L. J. (2017). The effects of global navigation satellite system (GNSS) collars on cattle (*Bos taurus*) behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 187, 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.013>.
- McAfee, A. J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Moss, B. W., Wallace, J. M. W., Bonham, M. P., & Fearon, A. M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.029>.
- McAllister, T. A., Stanford, K., Chaves, A. V., Evans, P. R., Eustaquio de Souza Figueiredo, E., & Ribeiro, G. (2020). Chapter 5—Nutrition, feeding and management of beef cattle in intensive and extensive production systems. En F. W. Bazer, G. C. Lamb, & G. Wu (Eds.), *Animal Agriculture* (pp. 75-98). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00005-7>.
- McIntosh, M. M., Cibils, A. F., Estell, R. E., Gong, Q., Cao, H., Gonzalez, A. L., Nyamuryekung'e, S., & Spiegel, S. A. (2022). Can cattle geolocation data yield behavior-based criteria to inform precision grazing systems on rangeland? *Livestock Science*, 255, 104801.

- Meisser, M., Deléglise, C., Freléchoux, F., Chassot, A., Jeangros, B., & Mosimann, E. (2014). Foraging behaviour and occupation pattern of beef cows on a heterogeneous pasture in the Swiss Alps. *Czech Journal of Animal Science*, 59(2), 84-95. <https://doi.org/10.17221/7232-CJAS>.
- Meyer, U., Everinghoff, M., Gädeken, D., & Flachowsky, G. (2004). Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livestock Production Science*, 90(2), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.03.005>.
- Millward, M. F., Bailey, D. W., Cibils, A. F., & Holechek, J. L. (2020). A GPS-based Evaluation of Factors Commonly Used to Adjust Cattle Stocking Rates on Both Extensive and Mountainous Rangelands. *Rangelands*, 42(3), 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2020.04.001>.
- Mohammed, A. S., Animut, G., Urge, M., & Assefa, G. (2020). Grazing behavior, dietary value and performance of sheep, goats, cattle and camels co-grazing range with mixed species of grazing and browsing plants. *Veterinary and Animal Science*, 10, 100154. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2020.100154>.
- Mora-Delgado, J., Nelson, N., Fauchille, A., & Utsumi, S. (2016). Application of GPS and GIS to study foraging behavior of dairy cattle. *Agronomía Costarricense*, 40(1), 81-88.
- Müller, A. R. von, Renison, D., & Cingolani, A. M. (2017). Cattle landscape selectivity is influenced by ecological and management factors whay in a heterogeneous mountain rangeland. *The Rangeland Journal*, 39(1), 1-14. <https://doi.org/10.1071/RJ15114>.
- Newman, J. A., Parsons, A. J., Thornley, J. H. M., Penning, P. D., & Krebs, J. R. (1995). Optimal Diet Selection by a Generalist Grazing Herbivore. *Functional Ecology*, 9(2), 255-268. <https://doi.org/10.2307/2390572>.
- Nielsen, V. H. (2021). A strategic research and innovation agenda for a sustainable livestock sector in Europe: Third White Paper of the Animal Task Force. *ATF. A European Public-private Platform*. https://pure.au.dk/portal/files/229667686/ATF_Strategic_Research_and_Innovation_Agenda_April2021.pdf.
- Nogoy, K. M. C., Chon, S., Park, J., Sivamani, S., Lee, D.-H., & Choi, S. H. (2022). High Precision Classification of Resting and Eating Behaviors of Cattle by Using a Collar-Fitted Triaxial Accelerometer Sensor. *Sensors*, 22(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/s22165961>.

- Nyamuryekung'e, S., Cibils, A. F., Estell, R. E., VanLeeuwen, D., Spiegel, S., Steele, C., González, A. L., McIntosh, M. M., Gong, Q., & Cao, H. (2022). Movement, activity, and landscape use patterns of heritage and commercial beef cows grazing Chihuahuan Desert rangeland. *Journal of Arid Environments*, 199, 104704. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104704>.
- OECD, Food, & Nations, A. O. of the U. (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032*. OECD Paris, France.
- Pereira, G. M., Heins, B. J., & Endres, M. I. (2018). *Technical note*: Validation of an ear-tag accelerometer sensor to determine rumination, eating, and activity behaviors of grazing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2492-2495. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12534>.
- Pereira, P. M. de C. C., & Vicente, A. F. dos R. B. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3), 586-592. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>.
- Perotto-Baldivieso, H. L., Cooper, S. M., Cibils, A. F., Figueroa-Pagán, M., Udaeta, K., & Black-Rubio, C. M. (2012). Detecting autocorrelation problems from GPS collar data in livestock studies. *Applied Animal Behaviour Science*, 136(2), 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.11.009>.
- Petherick, J. C. (2005). Animal welfare issues associated with extensive livestock production: The northern Australian beef cattle industry. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(3), 211-234. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.05.009>.
- Petiz, A., Cerqueira, J., Presa, J., Reymão, G., Almeida, J., & Araújo, J. (2023). Medidas lineares de carcaça de vitelos e vitelões de raça Minhota em sistema de produção extensivo. *Angra do Heroísmo, Ilha Terceira - Açores. Livro de comunicações*, 281.
- Pimenta, S., Malheiro, A., Dore, J., Dantas, M., & Mateus, T. (2013). Diversidade de parasitas gastrointestinais em bovinos de raça Minhota – estudo preliminar. *Revista Agrotec*, 16-20.
- Prins, H., & Prins, H. H. T. (1996). *Ecology and Behaviour of the African Buffalo: Social Inequality and Decision Making*. Springer Science & Business Media.
- Rabbinge, R., & van Diepen, C. A. (2000). Changes in agriculture and land use in Europe. *European Journal of Agronomy*, 13(2), 85-99. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00067-8).

- Rahman, A., Smith, D. V., Little, B., Ingham, A. B., Greenwood, P. L., & Bishop-Hurley, G. J. (2018). Cattle behaviour classification from collar, halter, and ear tag sensors. *Information Processing in Agriculture*, 5(1), 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.10.001>.
- Rao, T. K. S., Chauhan, I. S., Kumar, P., & Gamit, K. C. (2015). Elements of behaviour in cattle-An overview. *Veterinary Research International*, 3(4), 71-80.
- Rayburn, E., Shockey, W., Seymour, D., & Smith, B. (2017). Calibration of Pasture Forage Mass to Plate Meter Compressed Height is a Second-order Response with a Zero Intercept. *Faculty & Staff Scholarship*. https://researchrepository.wvu.edu/faculty_publications/3192.
- Raynor, E. J., Gersie, S. P., Stephenson, M. B., Clark, P. E., Spiegel, S. A., Boughton, R. K., Bailey, D. W., Cibils, A., Smith, B. W., Derner, J. D., Estell, R. E., Nielson, R. M., & Augustine, D. J. (2021). Cattle Grazing Distribution Patterns Related to Topography Across Diverse Rangeland Ecosystems of North America. *Rangeland Ecology & Management*, 75, 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.12.002>.
- Realini, C. E., Hodgson, J., Morris, S. T., & Purchas, R. W. (1999). Effect of sward surface height on herbage intake and performance of finishing beef cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42(2), 155-164. <https://doi.org/10.1080/00288233.1999.9513365>.
- Relić, R., Hristov, S., Joksimović-todorović, M., Davidović, V., & Bojkovski, J. (2012). *Behavior of cattle as an Indicator of their health and welfare*. 69.
- Roex, J., Miele, M., Kjörstad, I., Kjeernes, U., & Murdoch, J. (2005). *Farm Animal Welfare Concerns - Consumers, Retailers and Producers: Welfare Quality Reports No 1* (Vol. 1). School of City and Regional Planning, Cardiff University, UK. <http://www.welfarequality.net>.
- Sahu, B. K., Parganiha, A., & Pati, A. K. (2020). Behavior and foraging ecology of cattle: A review. *Journal of Veterinary Behavior*, 40, 50-74. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.08.004>.
- Sales-Baptista, E., d'Abreu, M. C., & Ferraz-de-Oliveira, M. I. (2016). Overgrazing in the Montado? The need for monitoring grazing pressure at paddock scale. *Agroforestry Systems*, 90(1), 57-68. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9785-3>.
- Schlecht, E., Hülsebusch, C., Mahler, F., & Becker, K. (2004). The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pasture. *Applied*

- Animal Behaviour Science*, 85(3), 185-202.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.11.003>.
- Schwager, M., Anderson, D. M., Butler, Z., & Rus, D. (2007). Robust classification of animal tracking data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 56(1), 46-59.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.01.002>.
- Shahhosseini, Y. (2013). Cattle behaviour, appearance of behaviour in wild and confinement. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management*, 417.
- Shin, S., Soe, K. T., Lee, H., Kim, T. H., Lee, S., & Park, M. S. (2020). A Systematic Map of Agroforestry Research Focusing on Ecosystem Services in the Asia-Pacific Region. *Forests*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/f11040368>.
- Smith, D., Rahman, A., Bishop-Hurley, G. J., Hills, J., Shahriar, S., Henry, D., & Rawnsley, R. (2016). Behavior classification of cows fitted with motion collars: Decomposing multi-class classification into a set of binary problems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 131, 40-50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.10.006>.
- SPREGA (2024). Bovino raça-minhota. *Sociedade portuguesa de recursos genéticos de animais*.
<https://www.sprega.com.pt/conteudo.php?idesp=bovinos&idrac=Minhota>.
 Consulta el 5 de junio del 2024.
- Simões, N., Almeida, J. P. F., Carneiro, J. P., Carita, T., Peças, L., Henrique, N., Trindade, H (2024). Estimativa da produção em pastagens de sequeiro através do Rising plate meter (RPM). Fundão, 18-19 abril. 43ª Reunião de Primavera da SPPF.
- Tinoco, D. A. D. (2023). *Influência do sistema de produção em indicadores produtivos e reprodutivos da raça bovina Minhota* [Master's Thesis].
- Tofastrud, M., Hegnes, H., Devineau, O., & Zimmermann, B. (2018). Activity patterns of free-ranging beef cattle in Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 68(1), 39-47. <https://doi.org/10.1080/09064702.2018.1524928>.
- Tomkins, N., O'Reagain, P., Swain, D., Bishop-Hurley, G. J., & Charmley, E. (2009). Determining the effect of stocking rate on the spatial distribution of cattle for the subtropical savannas. *Rangeland Journal - RANGELAND J*, 31.
<https://doi.org/10.1071/RJ07070>.

- Tzanidakis, C., Tzamaloukas, O., Simitzis, P., & Panagakis, P. (2023). Precision Livestock Farming Applications (PLF) for Grazing Animals. *Agriculture*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020288>.
- USDA (2015). A quick lesson on plant structure, growth and regrowth in pastures. *United States Department of Agriculture*. [https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/50901500/EducationalMaterialsMarch2012/Forage % 20Production % 20and % 20Grazing/9 % 20grazing % 20plant % 20physiology_2015.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/50901500/EducationalMaterialsMarch2012/Forage%20Production%20and%20Grazing/9%20grazing%20plant%20physiology_2015.pdf). Consulta el 3 de mayo del 2024.
- Venter, Z. S., Hawkins, H.-J., & Cramer, M. D. (2019). Cattle don't care: Animal behaviour is similar regardless of grazing management in grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 272, 175-187. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.023>.
- Von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2010). Review: Feeding behaviour of dairy cattle: Measures and applications. *Canadian Journal of Animal Science*, 90(3), 303-309. <https://doi.org/10.4141/CJAS09127>.
- Whay, B. (2016). Cow Talk: Understanding Dairy Cow Behaviour to Improve their Welfare on Asian Farms J Moran and R Doyle (2015). Published by CSIRO Publishing, Locked Bag 10, Clayton South VIC 3169, Australia. 256 pages Paperback (ISBN 9781486301614). Price\pounds 36.50,€ 49.00. Free to download from: <http://www.publish.csiro.au/>. *Animal Welfare*, 25(3), 391-391.
- Wlodarski, L., Delagarde, R., Pozo, C. A., Ribeiro Filho, H. M. N., Temp, L. B., Moraes, M. L., Santos, M. G., & Kozloski, G. V. (2023). Calculating herbage utilization and intake by dairy cows under subtropical conditions using conventional field measurement techniques or the HerbValo method. *Tropical Animal Health and Production*, 56(1), 26. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03863-2>.

ANEXOS

ANEXOS I. One way análisis de varianzas

Variable dependiente: *TM Pastoreo día*

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): Fallido ($p < 0.050$)

ANOVA en rango

Análisis unidireccional de varianza en rangos de Kruskal-Wallis

Grupo	N	Missing	Mediana	25 %	75 %
1.	86	0	7.440	6.200	7.750
2.	74	0	7.870	7.330	8.670
3.	89	0	5.780	4.410	7.030

H= 68.937 con 2 grados de libertades. ($P = < 0.001$)

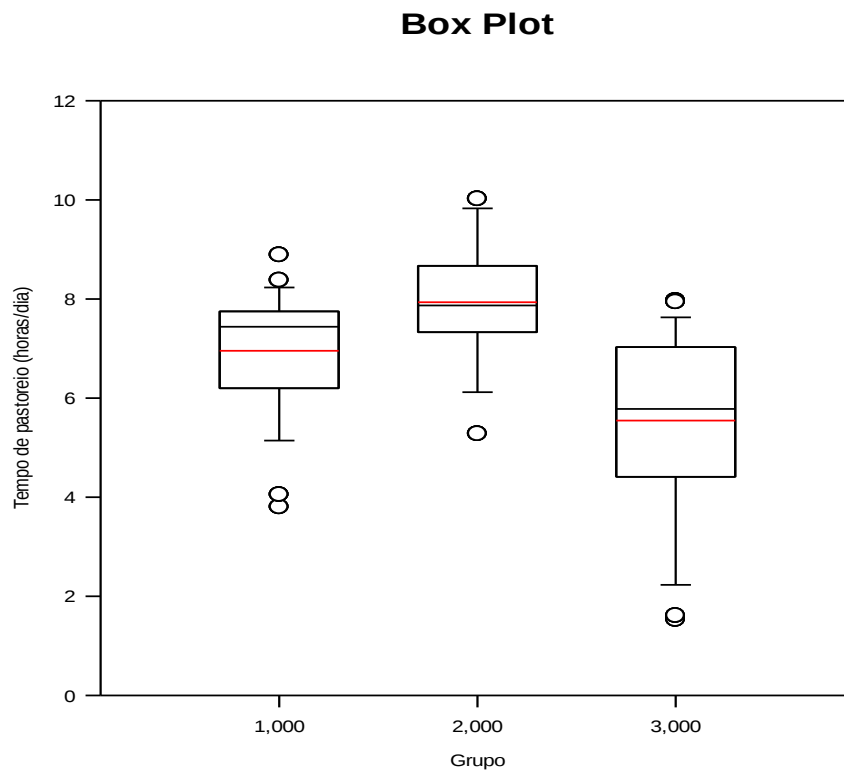


Figura 6.1 Representación de diagrama de caja o boxplot comparativa del tiempo en pastoreo (horas/días) en el grupo 1 con una mediana de 7.44 horas/días en el Q1:(equivale a P25 con 6.20 horas/días), Q3:(equivale a P75 con 7.75 horas/días); el grupo 2 con una mediana de 7.87 horas/días Q1:(equivalente al P25 con 7.33 horas/días), Q2:(equivale al P75 de 8.67 horas/días). En el grupo 3 una mediana de 5.78 horas/días en el Q1:(equivalente al P25 con unas 4.41 horas/días), Q3:(equivalente al P75 con 7.03horas/días).

Las diferencias en los valores medianos entre los grupos de tratamientos son mayores de lo que se esperaría por casualidad; hay una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.001$).

Para aislar el grupo o grupos que difieren de los demás se utilizó un procedimiento de comparación múltiple.

Todos los procedimientos de comparación múltiple por pares (Método de Dunn)

Comparación	Diferencia	Q	P	$P < 0.050$
2 vs 3	93.280	8.232	< 0.001	Sí
2 vs 1	40.683	3.562	0.001	Sí
1 vs 3	52.597	4.830	< 0.001	Sí

Nota: las comparaciones múltiples de rangos no incluyen un ajuste por empates.

One Way análisis de varianzas

Variable dependiente: *TM Rumiación del día*

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): Fallido ($P < 0.050$)

ANOVA en rango

Análisis unidireccional de varianza en rangos de Kruskal-Wallis

Grupo	N	Missing	Mediana	25 %	75 %
1	86	0	8.270	6.800	8.990
2	74	0	7.860	7.210	8.260
3	89	0	5.330	4.810	5.870

$H = 154.696$ con grados de libertad ($P < 0.001$)

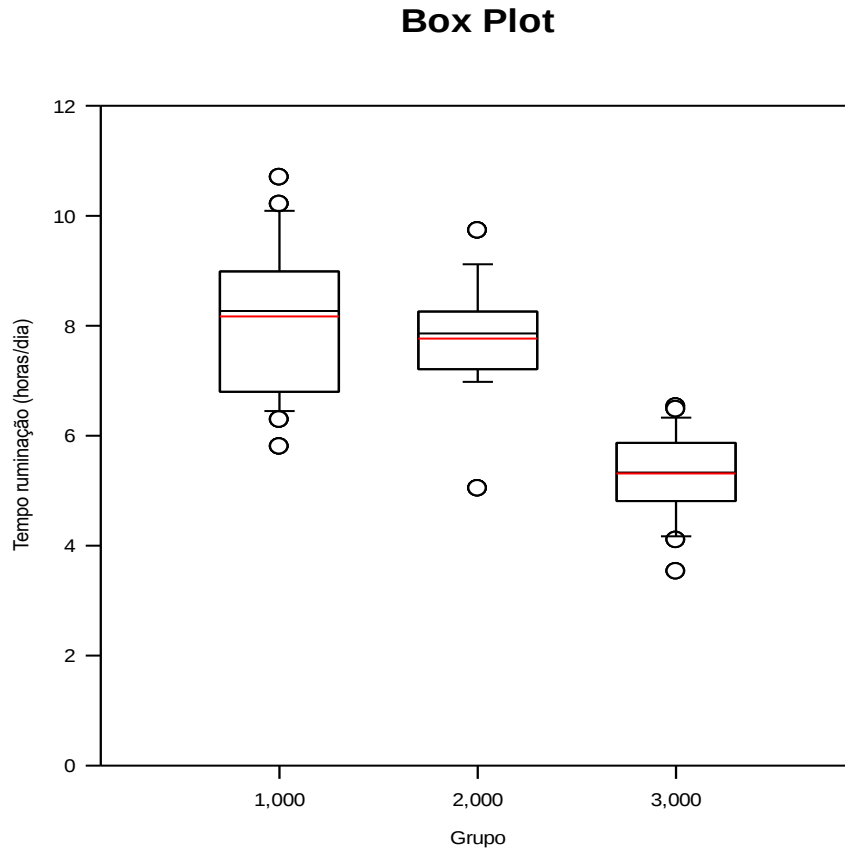


Figura 6.2 Representación de diagrama de caja o boxplot comparativa del tiempo de rumiar (horas/días) en el grupo 1 con una mediana de 8.27 horas/días en el Q1:(equivale a P25 con 6.80 horas/días), Q3:(equivale a P75 con 8.99 horas/días); el grupo 2 con una mediana de 7.86 horas/días Q1:(equivalente al P25 con 7.21 horas/días), Q2:(equivale al P75 de 8.26 horas/días). En el grupo 3 una mediana de 5.33 horas/días en el Q1:(equivalente al P25 con unas 4.81 horas/días), Q3:(equivalente al P75 con 5.87 horas/días).

La diferencia en los valores medianos entre los grupos de tratamientos es mayor de lo que se esperaría por casualidad; hay una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.001$).

Para aislar el grupo o grupos que difieren de los demás se utilizó un procedimiento de comparación múltiple.

Todos los procedimientos de comparación múltiple por pares (método de Dunn)

Comparación	Diferencias	Q	P	P<0.050
1 vs 3	125.258	11.501	<0.001	Yes
1 vs 2	16.460	1.441	0.448	No
2 vs 3	108.798	9.602	<0.001	Yes

Nota: Las comparaciones múltiples de rangos no incluyen un ajuste por empates.

One Way Análisis de varianza

Variable dependiente: Kg MS día por 100 KG PV

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): Fallido ($P < 0.050$)

Inició ANOVA en rangos

Análisis unidireccional de varianza en rangos de Kruskal-Wallis

Variable dependiente: Kg MS día por 100 KG PV

Grupo	N	Missing	Median	25 %	75 %
1.	86	0	1.361	0.965	1.974
2.	74	0	1.456	1.282	3.256
3.	89	0	0.551	0.222	0.566

$H = 132.594$ con 2 grados de libertad. ($P = < 0.001$)

Box Plot

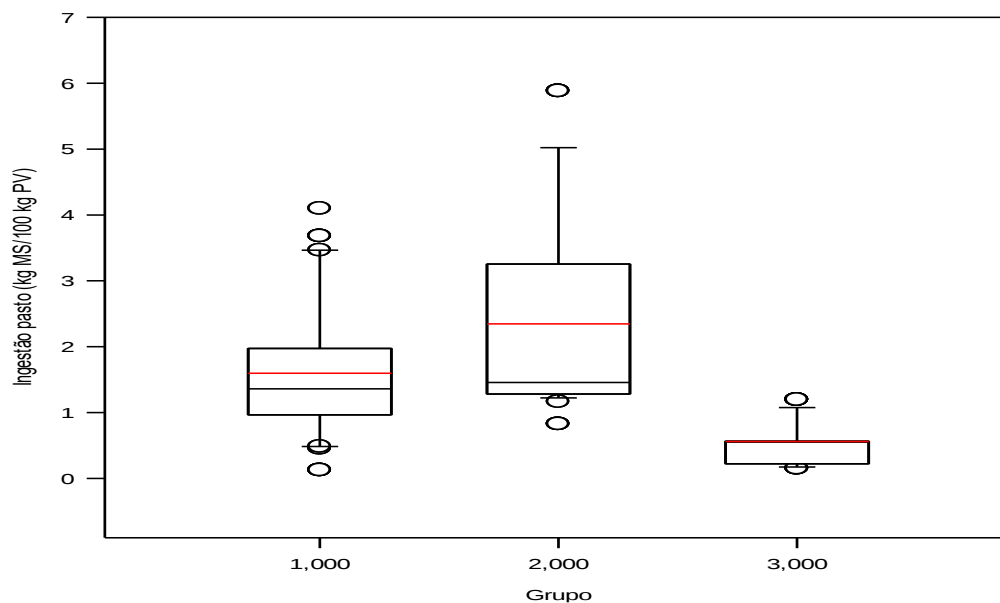


Figura 6.3 Representación de diagrama de caja o boxplot comparativa del consumo de pasto en kg MS día/100 kg PV en el grupo 1 con una mediana de 1.36 kg MS día/100kg PV en el Q1:(equivale a P25 con 0.97 kg MS día/100kg PV), Q3:(equivale a P75 con 1.97 kg MS día/100kg PV); el grupo 2 con una mediana de 1.46 kg MS día/100kg PV Q1:(equivalente al P25 con 1.28 kg MS día/100kg PV), Q2:(equivale al P75 de 3.26 kg MS día/100kg PV)321|. En el grupo 3 una mediana de 0.55 kg MS día/100kg PV en el Q1: (equivalente al P25 con un 0.22 kg MS día/100kg PV), Q3:(equivalente al P75 con 0.567 kg MS día/100kg PV).

Las diferencias en los valores medianos entre los grupos de tratamiento son mayores de lo que se esperaría por casualidad; hay una diferencia estadísticamente significativa ($P = < 0.001$).

Para aislar el grupo o grupos que difieren de los demás se utilizó un procedimiento de comparación múltiple.

Todos los procedimientos de comparación múltiple por pares (método de Dunn):

Comparación	Diferencia	Q	P	P < 0.050
2 vs 3	124.710	11.006	<. 0.001	Yes
2 vs 1	35.818	3.136	0.005	Yes
1 vs 3	88.892	8.162	< 0.001	Yes

Nota: Las comparaciones múltiples de rangos no incluyen un ajuste por empates.

ANEXOS II: Valores medios $\pm$ desvío estandar

Grupo	Parcela	n	Días ciclo (ref. 18/03/2024)	DIS kg MS/parcela	CG (Disp. Parcela/CN)	CI	CS (Kg MS/ 100 kg PV)	TP (horas/día)	TR (horas/día)
1	1	6	6.50 $\pm$ 0.55	842.21 $\pm$ 145.78	62.39 $\pm$ 10.80	30.10	3.60 $\pm$ 0.37	7,31 $\pm$ 0,29	7.64 $\pm$ 0.10
	2	8	29.50 $\pm$ 0.54	491.37 $\pm$ 77.01	36.4 $\pm$ 5.70	31.76	1.07 $\pm$ 0.71	8,64 $\pm$ 0,25	6.05 $\pm$ 0.26
	3	20	33.00 $\pm$ 1.45	1374.32 $\pm$ 350.54	101.8 $\pm$ 25.97	22.66	1.98 $\pm$ 1.27	6,86 $\pm$ 0,82	7.68 $\pm$ 1.44
	4	28	39.00 $\pm$ 2.04	1167.34 $\pm$ 297.07	86.47 $\pm$ 22.01	25.48	1.50 $\pm$ 0.38	6,68 $\pm$ 1,76	8.80 $\pm$ 1.14
	5	24	46.00 $\pm$ 2.21	1005.34 $\pm$ 198.76	74.47 $\pm$ 14.72	22.48	1.07 $\pm$ 0.29	6,71 $\pm$ 0,67	8.68 $\pm$ 0.81
Total		86	36.41 $\pm$ 10.09	1084.70 $\pm$ 361.53	80.35 $\pm$ 26.78	24.89 $\pm$ 3.05	1.60 $\pm$ 0.96	6,96 $\pm$ 1,28	8.17 $\pm$ 1.33
2	6	20	3.00 $\pm$ 1.41	1001.02 $\pm$ 159.26	133.47 $\pm$ 21.23	13.93	1.76 $\pm$ 0.70	7,83 $\pm$ 0,56	7.80 $\pm$ 0.25
	7	6	29.50 $\pm$ 0.50	745.37 $\pm$ 32.07	99.38 $\pm$ 4.28	15.25	1.24 $\pm$ 0.05	7,40 $\pm$ 0,25	7.76 $\pm$ 0.66
	8	20	33.00 $\pm$ 1.41	1726.02 $\pm$ 337.58	230.14 $\pm$ 45.01	8.64	4.64 $\pm$ 0.96	7,71 $\pm$ 0,78	8.49 $\pm$ 0.83
	9	28	46.00 $\pm$ 2.04	638.59 $\pm$ 133.56	85.14 $\pm$ 17.81	19.83	1.37 $\pm$ 0.12	8,29 $\pm$ 1,78	7.23 $\pm$ 1.01
Total		74	29.53 $\pm$ 17.40	1039.10 $\pm$ 490.00	138.55 $\pm$ 65.33	14.84 $\pm$ 4.51	2.35 $\pm$ 1.54	7,94 $\pm$ 1,24	7.77 $\pm$ 0.93
3	10	15	3.20 $\pm$ 1.51	494.08 $\pm$ 56.28	52.09 $\pm$ 5.92	31.34	0.36 $\pm$ 0.27	2,16 $\pm$ 0,52	5.58 $\pm$ 1.07
	11	42	35.50 $\pm$ 4.03	865.02 $\pm$ 152.41	9106 $\pm$ 16.04	14.27	0.45 $\pm$ 0.16	5,50 $\pm$ 1,29	5.17 $\pm$ 0.71
	12	32	46.50 $\pm$ 2.29	791.04 $\pm$ 247.27	83.27 $\pm$ 26.03	15.97	0.81 $\pm$ 0.34	7,19 $\pm$ 0,49	5.37 $\pm$ 0.53
Total		89	34.01 $\pm$ 15.07	776.03 $\pm$ 225	81.69 $\pm$ 23.68	17.76 $\pm$ 6.2	0.56 $\pm$ 0.32	5,54 $\pm$ 1,95	5.31 $\pm$ 0.74

Nota: disponibilidad de pasto (DIS), capacidad de carga (CG), carga ganadera instantánea (CI), consumo de pasto (CS), tiempo de pastoreo (TP) y tiempo de rumiación (TR).

ANEXOS III. Regresión lineal múltiple

Regresión lineal múltiple de consumo de pasto (Kg MS día por 100 KG PV)

= -2.142 + (0.0165 * Cap. Carga) + (0.0635 * TM Pastoreo día) + (0.220 * TM Rumiación día).

N = 249

R = 0.793 Rsqr = 0.629 Ajuste Rsqr = 0.625

Error estándar de estimación = 0.773

	Coefficiente	Std. Error	t	P	VIF
Constante	-2.142	0.249	-8.607	<0.001	
Cap. Carga	0.0165	0.00104	15.885	<0.001	1.081
TM Pastoreo día	0.0635	0.0286	2.218	0.027	1.137
TM Rumiación día	0.220	0.0317	6.948	< 0.001	1.138

Análisis de variación

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	3	248.476	82.825	138.605	< 0.001
Residual	245	146.402	0.598		
Total	248	394.878	1.592		

Columna	SSIncr	SSMarg
Cap. Carga	208.598	150.787
TM Pastoreo día	11.033	2.939
TM Rumiación día	28.845	28.845

La variable dependiente Kg MS día por 100 KG PV se puede predecir a partir de una combinación lineal de las variables independientes:

	P
Cap. Carga	<0.001
TM Pastoreo día	0.027
TM Rumiación día	< 0.001

Todas las variables independientes parecen contribuir a predecir Kg MS día por 100 KG PV (P < 0.05).

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) Fallido (P = <0.001).

Prueba de varianza constante (correlación de rango de Spearman): Fallido (P = <0.001).

Potencia de prueba realizada con alfa = 0.050: 1.000.

Regresión lineal múltiple de tiempo de pastoreo al día

$$= 2.641 + (0.0430 * \text{Días ciclo}) + (0.0179 * \text{Cap. Carga}) + (0.348 * \text{TM Rumiación día}) - (0.00160 * \text{Disp. kg/parcela})$$

N = 249

R = 0.498 Rsqr = 0.248 Ajuste Rsqr = 0.236

Error estándar de estimación = 1.599

	Coefficiente	Std. Error	t	P	VIF
Constante	2.641	0.516	5.117	<0.001	
Días ciclo	0.0430	0.00712	6.033	<0.001	1.049
Cap. Carga	0.0179	0.00385	4.650	<0.001	3.467
TM Rumiación día	0.348	0.0658	5.285	<0.001	1.150
Disp. kg/parcela	-0.00160	0.000495	-3.236	0.001	3.668

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	4	206.252	51.563	20.166	<0.001
Residual	244	623.892	2.557		
Total	248	830.143	3.347		

Columna	SSIincr	SSMarg
Días ciclo	70.66	93.062
Cap. Carga	55.982	55.291
TM Rumiación día	52.824	71.406
Dips kg/parcela	26.778	26.778

La variable dependiente TM Pastoreo de día se puede predecir a partir de una combinación lineal de las variables independientes:

	PAG
Días ciclo	< 0.001
Cap. Carga	< 0.001
TM Rumiación día	< 0.001
Dispensación kg/parcela	0.001

Todas las variables independientes parecen contribuir a predecir TM Pastoreo día ($P < 0.05$).

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) Fallido ($P = < 0.001$).

Prueba de varianza constante (correlación de rango de Spearman): Fallido ($P = < 0.001$).

Potencia de prueba realizada con $\alpha = 0.050$: 1.000.

Regresión lineal múltiple de tiempo de rumiación día

$$= 3.760 + (0.0548 * CI) + (0.328 * TM \text{ Pastoreo día})$$

N= 249

R = 0.372 Rsqr = 0.138 Ajuste Rsqr = 0.131

Error estándar de estimación = 1.542

	Coefficiente	Std. Error	t	P	VIF
Constante	3.760	0.546	6.880	<0.001	
CI	0.0548	0.0159	3.448	<0.001	1.064
TM Pastoreo día	0.328	0.0552	5.937	<0.001	1.064

Análisis de Variancia:

	DF	SS	MS	F	P
Regresión	2	93.825	46.913	19.736	<0.001
Residual	246	584.738	2.377		
Total	248	678.563	2.736		

Columna	SSIncr	SSMarg
CI	10.036	28.252
TM Pastoreo día	83.789	83.789

La variable dependiente TM rumiación día se puede predecir a partir de una combinación lineal de las variables independientes:

PAG

CI	<0.001
TM Pastoreo día	<0.001

Todas las variables independientes parecen contribuir a predecir TM rumiación día ($P < 0.05$).

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) Fallido ($P = < 0.001$)

Prueba de varianza constante (correlación de rango de Spearman): Aprobado

($P = 0.552$).

Potencia de prueba realizada con $\alpha = 0.050$: 1.000.

