

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PASTOREO Y
CRECIMIENTO DE VAQUILLONAS BOVINO CRIOLLO URUGUAYO**

por

FAJARDO BRITOS, Stefanie

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias

Orientación: Producción Animal

MODALIDAD Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa: Dr. Andrés Cibils



Segundo miembro (tutor): Dr. Martin Claramunt



Tercer miembro: Dra. Lorena Lacuesta



Cuarto miembro: Dra. Eileen Armstrong



Quinto miembro: Dr. Juan Pablo Damián



Fecha: 14 de diciembre de 2023

Autores: Stefanie Fajardo Britos



AGRADECIMIENTOS

A quienes me ayudaron a hacer realidad este proyecto. Agradezco a mis tres tutores, al Ing. Agr. MSc. Martín Claramunt por estar presente y disponible a lo largo de estos dos años de proceso por todas las vías, acompañándome en los diferentes desafíos que surgieron, enseñándome a valorar y aprender sobre el Campo Natural. A la Dra. MSc. Eileen Armstrong por el acompañamiento, facilitación en cuanto estuvo a su alcance y por los consejos personales y profesionales. Al MSc., PhD.DMTV. Juan Pablo Damián, por ayudarnos en el análisis estadístico y revisar con detenimiento y dedicación cada protocolo o redacción. En la parte experimental y procesamiento de datos un agradecimiento especial al Ing.Agr. Cristian Carrillo, con quien compartimos las más de 48 hs de registros de videos a caballo, procesamos los videos a la par y facilitó el procesamiento de composición química de la pastura.

Agradezco al grupo humano en su conjunto que se formó alrededor de este proyecto, con quienes compartimos ideales de valorización de los recursos naturales nacionales, mirada agroecológica-sistémica y conservación de lo local. También al grupo interdisciplinario que se encuentra trabajando en Bovino Criollo Uruguayo, al cual le agradezco la inclusión y el traspaso de su amor por la raza.

Agradezco a todo el personal del Servicio de Parques del Ejército (SEPAE) Santa Teresa por permitirnos realizar el estudio, hospedarnos y por la ayuda con los animales, en especial a Cardozo y a su equipo.

Agradezco a la Cátedra de Genética y Mejora animal por integrarme y facilitarme las instalaciones y a mis compañeros de oficina y CIDEAC por la disposición de ayuda constante y consejos estadísticos.

Agradezco a la Comisión de Investigación y Desarrollo Científico (CIDEAC) por la financiación del cargo ayudante CIDEAC 2022-2023.

Por último y no menos importante, agradezco profundamente el apoyo de mi familia y amigos por acompañarme durante toda la carrera, en especial a Andrés, Ximena y Melanie, pilares fundamentales en todo el proceso, a todos, Muchas gracias.

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Pág.

CUADROS

Cuadro 1. Peso vivo en novillos BCU y Hereford.....	12
Cuadro 2. Escalas espacio-temporales de herbívoros en pastoreo.....	15
Cuadro 3. Estudios sobre el movimiento a escala diaria en pastoreo de razas Criollas o cruza con Criollo, en comparación con razas convencionales.....	19
Cuadro 4. Altura media de la pastura, desviación estándar y porcentaje de registro para cada categoría de altura en las estaciones estudiadas.....	27
Cuadro 5. Composición química del forraje para las diferentes zonas del potrero en las estaciones estudiadas.....	28
Cuadro 6. Efecto de la raza, estación e interacción raza-estación en las variables de comportamiento a escala de estación de alimentación (media±eem) por raza y estación.....	28
Cuadro 7. Efecto de la raza, estación e interacción raza-estación en las variables de movimiento y de selectividad de zonas del potrero (media±eem) por raza y estación.....	29
Cuadro 8: Efecto de la raza, estación e interacción raza-estación en las variables de crecimiento (media±eem) por raza y estación.....	30

FIGURAS

Figura 1. Animales BCU en Parque San Miguel, SEPAE.....	10
Figura 2. Vaquillonas BCU y vaquillonas Hereford al inicio del ensayo.....	22
Figura 3. Mapa del potrero de estudio.....	23
Figura 4. Colocación de los collares equipados con GPS. Izquierda: Collar y contenido de la caja plástica (GPS y batería móvil portátil). Central y derecha: colocación de collares.....	26

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
El ganado Bovino Criollo.....	10
Pastizales Naturales de Uruguay: heterogeneidad y variabilidad.....	13
Comportamiento en pastoreo.....	14
Comportamiento de pastoreo en Ganado Bovino Criollo	17
• Dieta y selectividad de zonas del potrero.....	17
• Estación de alimentación.....	18
• Movimiento.....	18
HIPÓTESIS.....	20
OBJETIVOS.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	36
IMPLICANCIAS.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	44

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue caracterizar el comportamiento de pastoreo y el crecimiento de vaquillonas Criollo Uruguayo (BCU) en comparación con vaquillonas Hereford en pastizales naturales. El estudio fue llevado a cabo entre febrero y noviembre del año 2022 en un potrero de pastizal natural degradado del Servicio de Parques del Ejército (SEPAE) en Santa Teresa, Rocha. Se realizaron mediciones estacionales de altura de la pastura y se clasificó el potrero por zonas. Se utilizaron 11 vaquillonas BCU y 15 vaquillonas Hereford, las cuales realizaron un pastoreo continuo conjunto a una altura del forraje mayor a 6 cm para que no hubiera restricciones. El crecimiento se evaluó registrando peso vivo (PV), altura a la cruz y la condición corporal (CC) estacionalmente. Se calculó ganancia de PV y ganancia relativa al PV para cada estación. El comportamiento de pastoreo a nivel de estación de alimentación (EA) y bocados se evaluó en cuatro vaquillonas por raza mediante muestreos focales con cámaras digitales y análisis de videos. El movimiento a escala diaria se evaluó en siete-ocho vaquillonas por raza con la utilización de collares provistos de un geoposicionador satelital (GPS) ajustados para registrar cada cinco minutos por un período de 15 días en cada estación. Se calculó distancia recorrida, área explorada, la velocidad de desplazamiento y la sinuosidad de la trayectoria utilizando el programa GrazeAct. La preferencia de las vaquillonas por las diferentes zonas del potrero se analizó para invierno y primavera utilizando el software QGIS. No se registraron diferencias en la ganancia de peso entre las dos razas considerando el período experimental completo, aún siendo que ambas razas presentan pesos vivos significativamente diferentes. Las vaquillonas BCU realizaron una mayor proporción de bocados en el estrato alto del pastizal y menor en el estrato bajo en comparación con Hereford. También registraron mayor distancia recorrida, área explorada, velocidad y sinuosidad en comparación con las Hereford, diferencias que fueron mayores en otoño para la mayoría de las variables y en otoño e invierno para las variables distancia recorrida y velocidad. Estos comportamientos se relacionaron con mayores ganancias relativas en otoño y una tendencia de menor pérdida absoluta de peso en invierno por las vaquillonas BCU, la cual confirma un mejor desempeño de esta raza en estas estaciones. Estos resultados en el movimiento y dieta, sugieren que las vaquillonas BCU tienen mayor adaptabilidad asociada a una exploración de recursos más amplia en comparación con las Hereford en las estaciones de otoño e invierno incluso en condiciones de manejo óptimo de la estructura del forraje. En número, duración y pasos entre EA, así como número de bocados por EA y bocados por minuto no se encontraron diferencias raciales.

SUMMARY

The objective of this research was to characterize the grazing behavior and growth of Criollo Uruguayo heifers (BCU) in comparison to Hereford heifers in natural pastures. The study was conducted between February and November of the year 2022 in a degraded natural pasture paddock at the Servicio de Parques del Ejército (SEPAE) in Santa Teresa, Rocha. Seasonal measurements of pasture height were taken, and the paddock was classified into zones. Eleven BCU heifers and fifteen Hereford heifers were used, which grazed continuously together at a forage height greater than 6 cm to avoid restrictions. Growth was evaluated by recording live weight, height, and seasonal body condition. Live weight gain and relative gain to initial weight were calculated. Grazing behavior at the feeding station (EA) level and stratum selectivity at the bite level were assessed through focal sampling of four heifers per breed with digital cameras and video analysis. Daily movement was evaluated in seven to eight heifers per breed using collars equipped with a satellite geopositioner (GPS) set to record locations every five minutes for a period of 15 days at each station. Distance traveled, explored area, travel speed, and trajectory sinuosity were calculated using the GrazeAct program. Heifer preference for different zones of the paddock was analyzed for winter and spring using QGIS software. No differences in weight gain were recorded between the two breeds considering the entire experimental period, even though both breeds had significantly different live weights. BCU heifers showed differences from Hereford heifers in movement, use of paddock zones, and use of pasture strata. BCU heifers made a higher proportion of bites in the high stratum of the pasture and a lower proportion in the low stratum compared to Hereford. They also recorded greater distances traveled, explored areas, higher speed, and sinuosity compared to Hereford heifers, differences that were more pronounced in autumn for most variables and in autumn and winter for the variables of distance traveled and speed. These behaviors were related to higher relative gains in autumn and a trend of lower absolute weight loss in winter for BCU heifers, confirming better performance of this breed in these seasons. Findings in movement and diet suggest that BCU heifers have greater adaptability associated with a broader resource exploration compared to Hereford heifers in the autumn and winter seasons, even under optimal forage structure management conditions. In terms of the number, duration, and steps between feeding stations, as well as the number of bites per EA and bites per minute, no racial differences were found.

INTRODUCCIÓN

El término Criollo ha sido utilizado en América para describir a las personas y animales nacidos en estas tierras a partir de padres importados de otras regiones (Anderson, Estell, González, Cibils, y Torell, 2015). El Bovino Criollo Uruguayo (BCU) es la raza ancestral bovina nacional (*Bos taurus*) que desciende de los animales introducidos en las Américas durante la época de la conquista por los españoles y portugueses (Rodríguez, Fernández y Silveira, 2004).

El BCU es reconocido como raza por la FAO y se encuentra en proceso de registro en la Asociación Rural del Uruguay. Es la raza nacional más antigua, sobre la que se han llevado a cabo estudios morfológicos, citogenéticos, genético-moleculares, reproductivos y productivos. Estos estudios han permitido avances en la caracterización de la raza, contribuyendo a su conservación (Armstrong y Postiglioni, 2010; Armstrong et al., 2013; Armstrong et al., 2021). No obstante, hasta el momento se desconocen estudios que hayan caracterizado a la raza en cuanto a su comportamiento en pastoreo y crecimiento en hembras.

El estudio de comportamiento en pastoreo en razas Criollas a la fecha se ha realizado mayormente en ambientes áridos y desérticos. En estos ecosistemas se han encontrado que las razas Criollas tienen una dieta específica más diversa y de menor digestibilidad comparado con razas convencionales (Castaño-Sanchez et al., 2023; Marquardt, Soto y Joaquin, 2018; Spiegel et al., 2017). Los bovinos Criollos puros en épocas de restricción de forraje tienden a recorrer mayores distancias, explorar áreas más extensas, mostrar mayor velocidad y sinuosidad diaria en comparación con sus contrapartes cruzas o razas convencionales (ver revisión: Cibils et al., 2023). Se propone que las razas Criollas realizan un uso “ecológicamente más amigable” del paisaje árido, representando un menor impacto sobre el ecosistema, demostrando (como raza pura o en sus cruzas) mejores resultados ambientales y económicos que las razas no Criollas (Castaño-Sanchez et al., 2023). A la fecha son muy escasos los trabajos que vinculen el desplazamiento y la ganancia de peso (McIntosh et al., 2022; Sawalhah et al., 2016), no contando con antecedentes en bovinos Criollos en la región de pastizales templado-cálidos de Campos (McIntosh et al., 2021).

En cuanto a métricas de crecimiento los animales BCU se caracterizan por tener un tamaño adulto mediano, con una altura a la cruz entre 100 y 165 cm y un peso medio de 420 kg en las hembras y 700 kg en los machos (Armstrong et al., 2021). A la fecha se cuenta con un único antecedente que evalúa crecimiento y calidad de la canal en novillos en comparación con la raza Hereford (Armstrong et al., 2021). No existiendo trabajos que evalúen variables

de crecimiento en la categoría vaquillonas BCU, ni su relación con cambios en la conducta de pastoreo y desplazamiento.

El presente trabajo representa la primera caracterización del comportamiento en pastoreo y crecimiento de vaquillonas BCU, significando asimismo el primer trabajo de estas características para una raza Criolla en una región de pastizales templado-cálidos. Este estudio tiene la particularidad de analizar el pastoreo en dos niveles de decisión del forrajeo (Bailey et al., 1996): estaciones de alimentación (EA) (Bailey et al., 1996) y a escala diaria (McIntosh et al., 2021). Se evaluó número de EA, duración de EA, pasos entre EA y proporción de uso de estratos del pastizal por medio de estudios focales, y el movimiento y el uso de zonas dentro del potrero utilizando dispositivos de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (Sawalhah et al., 2016). A su vez se discute la relación de los comportamientos observados con métricas de ganancia de peso. Se hipotetiza que las vaquillonas BCU frente a las vaquillonas Hereford: 1) Seleccionan en mayor magnitud el estrato alto del pastizal, maciegas y ramoneo de árboles y en menor medida el estrato bajo natural. 2) Recorren mayores distancias, exploran mayores áreas a mayor velocidad y sinuosidad. 3) Muestran mayor preferencia por las zonas del potrero de menor altura y valor nutritivo del forraje. 4) Presentan menor PV y altura e iguales valores de condición corporal. 5) Presentan menores ganancias de PV pero no difieren en ganancias de peso relativas al PV. Se espera que dichas diferencias sean mayores en invierno, época de menor cantidad y/o valor nutritivo del forraje. Se plantea que la identificación de un patrón espacio temporal del pastoreo diferente en la raza Criolla, además de contribuir a la descripción de la raza, permitiría hipotetizar sobre el impacto de su uso como herramienta en el manejo sostenible de los pastizales en la región de Campos.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El ganado Bovino Criollo

Las razas ancestrales se definen como aquellas que han sido objeto de nula o escasa selección artificial y que tienen una larga historia en un lugar específico, en contraposición a las razas convencionales (McIntosh et al., 2023). En América, las razas ancestrales son representadas por las razas Criollas (Parra-Cortés, Martínez y Valderrama, 2021), encontrando en Uruguay al Bovino Criollo Uruguayo (BCU).

El BCU es reconocido como raza por la FAO y se encuentra en proceso de registro en la Asociación Rural del Uruguay. Representa la raza nacional más antigua, la cual desciende de los animales introducidos por las misiones jesuíticas del Paraguay (provenientes a su vez de la península ibérica) por Hernando Arias de Saavedra en 1611 (Armstrong y Postiglioni, 2010). Está conformada por animales longilíneos y angulosos con una gran diversidad de pelajes, cuernos en forma de lira y mucosas y pezuñas pigmentadas (Armstrong et al., 2021)(Figura 1).



Figura 1. Animales BCU en el Parque Nacional San Miguel, SEPAE.

Actualmente la mayor concentración de ejemplares (aprox. 500) se encuentran en el Parque Nacional San Miguel, perteneciente al Servicio de Parques del Ejército (SEPAE). Los animales BCU no tuvieron ningún proceso de selección artificial desde su introducción, contando en la actualidad con cuatro siglos de adaptación a nuestro medio (Armstrong et al., 2021). La Facultad de Veterinaria, UdelaR, ha llevado a cabo estudios morfológicos, citogenéticos, genético-moleculares, reproductivos y productivos que han permitido avances en la caracterización de la raza, contribuyendo a su conservación (Rodríguez et al., 2004; Armstrong et al., 2013; Armstrong et al., 2021). Se destaca el valor que significan estos animales como recurso zogenético local de alta diversidad genética (Armstrong y Postiglioni, 2010). Además se cuenta con experiencias que prueban su elevado potencial para producción de carne de calidad en sistemas sobre pastizales naturales

(Armstrong y Postiglioni, 2010; Armstrong et al., 2021). Sin embargo, no existen estudios que hayan caracterizado a la raza en cuanto a su comportamiento en pastoreo ni crecimiento en hembras.

Las conductas de pastoreo y selección de dieta observadas en razas bovinas Criollas han sido asociadas a un menor impacto ambiental en los pastizales áridos o semiáridos en comparación con razas convencionales (Spiegel et al., 2020). En el desierto de Chihuahua se encontró en Criollo Rarámuri (CR) un menor uso de sitios asociados a grama negra (*Bouteloua eriopoda*) en comparación con la cruce Angus x Hereford. La grama negra es una gramínea perenne generalmente sobrepastoreada que se busca conservar (Spiegel et al., 2019). Los CR demostraron también un menor consumo de este recurso en comparación con su control convencional (4% vs 8% de la dieta) medido por la técnica de *DNA metabarcoding* en heces (Estell et al., 2022).

En un estudio reciente novillos cruce Criollo (Criollo x Angus) y CR puros demostraron globalmente un menor impacto ambiental y costo de producción en comparación con la raza Angus (Castaño-Sanchez et al., 2023). Los novillos CR registraron una menor emisión de carbono anual, menor pérdida de nitrógeno y menor necesidad de energía fósil y agua frente a los novillos Angus. Estos resultados ambientales deseables se asociaron a menores costos de producción y mayor eficiencia de conversión del CR en comparación con la raza convencional (Castaño-Sanchez et al., 2023).

Se subraya en las razas Criollas la capacidad de adaptarse mediante la alteración de su comportamiento y dieta a condiciones ambientales de menor cantidad y concentración de nutrientes del forraje. Esta plasticidad se asocia a mayores desplazamientos, utilización diferente del espacio y diferencias en el uso de los recursos forrajeros en condiciones identificadas como críticas (Cibils et al., 2023). Dicha capacidad de adaptación se considera un activo valioso en un contexto de aumento de la variabilidad climática (McIntosh et al., 2023).

Hasta el momento no se cuenta con trabajos que evalúen la adaptación de razas Criollas a los pastizales del ecosistema Campos (Cibils et al., 2023). En Uruguay no existen a la fecha trabajos que exploren a la raza BCU como una herramienta potencial para el manejo sostenible de nuestros pastizales naturales. En este sentido, se encuentra en marcha el proyecto Grupo I+D “Caracterización, utilización y conservación del bovino Criollo Uruguayo como recurso ganadero nacional” financiado por Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), del cual la presente tesis de grado forma parte.

En cuanto a métricas de crecimiento del BCU se caracterizan por tener un tamaño adulto mediano, con una altura a la cruz que oscila entre 100 y 165 cm y un peso medio de 420 kg en las hembras y 700 kg en los machos (Armstrong et al., 2021). El único estudio que caracteriza al crecimiento en BCU fue realizado en machos castrados desde el destete hasta la faena, el

cual reporta un menor peso corporal y diferencias en conformación corporal en comparación a la raza Hereford (Cuadro 1) (Armstrong et al., 2021).

Cuadro 1. Evolución de peso vivo en novillos BCU y Hereford

	Peso vivo (kg)				
	Inicial	18 meses	24 meses	36 meses	Final
Ciollo	126,0 ± 4,18	210,3 ± 6,39	203,5 ± 5,14	347,0 ± 6,99	412,0 ± 7,12
Hereford	154,6 ± 4,94	236,5 ± 6,61	214,0 ± 9,75	361,0 ± 11,81	476,0 ± 7,18

Adaptado de Armstrong et al., 2021

El menor PV observado en BCU frente a Hereford se condice con lo reportado en otras razas Criollas, donde se describe un menor tamaño y PV de la raza Criollo Argentino (CrA), Criollo Rarámuri y Criollo Mexicano frente a las razas convencionales control (Herrera, 2018; McIntosh et al., 2020 y Spiegel et al., 2019; Roacho-Estrada, 2008). En cuanto a la evolución de PV del BCU no se encontraron diferencias significativas comparado con Hereford cuando se ajusta al PV inicial, lo que muestra un desempeño productivo similar del BCU a una raza altamente seleccionada para carne en las condiciones estudiadas (Armstrong et al., 2021).

En lo que respecta a la conformación los novillos BCU exhibieron mayor área del ojo de bife (AOB), mayor espesor de grasa dorsal por kilogramo de PV y menor porcentaje de hueso en comparación con los novillos Hereford (Armstrong et al., 2021). Diferencias también encontradas en el estudio de sus canales (Armstrong et al., 2021). En novillos CrA se reporta un mayor contenido de músculo y una menor cantidad de grasa en comparación con los controles Hereford y Hereford × CrA (Garriz et al., 2008, citado por Anderson, 2015). Además, se ha encontrado en novillos CrA mayor rendimiento de carne y menor grasa en el corte de pistola en comparación con las razas británicas, como se destaca en el estudio de Namur y Ferrando (2007). En vaquillonas Criollas Patagónicas en comparación con vaquillonas Angus, no se encontraron diferencias significativas en los rendimientos de los cortes analizados (Abbiati et al., 2012). Estos resultados en conjunto sugieren que los animales Criollos exhiben una excelente conformación carnicera, especialmente en lo que respecta al rendimiento de carne en los cortes de alto valor (Namur y Ferrando, 2007).

Los resultados de diferente conformación del BCU frente a Hereford dieron lugar a evaluar la precisión de la escala de estimación de condición corporal validada en Uruguay para ganado Hereford (Vizcarra et al., 1986). Se encontró en vacas BCU una correlación positiva pero muy baja entre los valores de CC y el AOB y grasa subcutánea, concluyendo la necesidad de desarrollar una escala específica para la raza, inexistente a la fecha (Isaurralde, Poncet y Saravia, 2022).

Pastizales Naturales de Uruguay: heterogeneidad y variabilidad

El territorio uruguayo se encuentra en su totalidad dentro de la región pastizales templado-cálidos denominada Campos (Paruelo et al., 2020). Los pastizales naturales, comúnmente denominados Campo Natural, ocupan el 60% de la superficie nacional, constituyendo la base de la producción ganadera nacional (Ministerio de Ambiente, 2022; Oficina de Programación y Política Agropecuaria, OPYPA, 2016). Los pastizales naturales están formados por una alta diversidad de especies vegetales, que en interacción con la estacionalidad del clima, los suelos y el pastoreo, resultan en una alta variabilidad temporal y espacial en la producción de forraje (Altesor et al., 2011; Paruelo et al., 2020). La fisonomía típica de los pastizales de la región se caracteriza por tener dos estratos principales: el estrato bajo (de alrededor de 5 cm de altura) compuesto por especies postradas, de crecimiento rápido, mejor valor nutritivo, resistentes al pastoreo, y un estrato alto compuesto por gramíneas, matas, arbustos y subarbustos, de crecimiento lento y gran acúmulo de material muerto que dificulta el pastoreo de estas especies (Bremm et al., 2017).

Los pastizales pastoreados de forma extensiva en Uruguay representan un activo ambiental clave para diferenciar la producción de carne uruguaya a partir de la preservación de la biodiversidad y de la oferta de servicios ecosistémicos, como la purificación del aire y del agua, la regulación del clima y los flujos hidrológicos, la protección de los suelos, la producción y el mantenimiento de la biodiversidad, entre otros (Paruelo et al., 2020; Altesor, Ayala, Paruelo, 2011). Estos servicios dependen en gran medida de cómo los herbívoros utilizan la vegetación (Bailey et al., 1996; Baggio et al., 2021).

Estudios realizados en Campos de Río Grande del Sur, Brasil, recomiendan manejar la oferta de forraje controlando la altura de la pastura como uno de los principales factores que influye en la producción y consumo de forraje (Gonçalves, 2007). Se propone el 8% del PV del animal por día en primavera y del 12% en el resto del año como oferta óptima de forraje para un uso sustentable del ecosistema. En estos niveles de oferta de forraje se logran ganancias medias diarias por PV animal de 400, 380, 290 y -50 g/día para las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente (Bremm et al., 2017).

La producción de carne bovina sobre Campo Natural ha sido cuestionada en términos de sostenibilidad por sus bajos niveles de producción y su impacto ambiental, por lo que se han desarrollado diferentes estrategias de intensificación (Paparamborda et al., 2023). La utilización de diferentes biotipos bovinos podría incrementar la eficiencia energética y significar un menor impacto ambiental sobre el ecosistema, siendo el BCU una alternativa potencial que aún no ha sido exhaustivamente estudiada (Armstrong et al., 2021).

Comportamiento en pastoreo

El pastoreo es la conducta que el animal emplea para cubrir sus requerimientos nutricionales, la cual incluye el tiempo dedicado en buscar y cosechar el forraje (Roguet, Dumont y Prache, 1998). Este comportamiento introduce cambios en los tipos de vegetación, la estructura y el funcionamiento del ecosistema a través de actividades como el pisoteo, la defoliación, el arrancado de matas y las deyecciones, necesario para el mantenimiento de la biodiversidad y las características ecológicas de los pastizales (Baggio et al., 2021).

Por otra parte, se reporta que un manejo inadecuado del pastoreo afecta el funcionamiento del ecosistema y contribuye significativamente al cambio climático (Asner et al., 2004). El manejo inadecuado del pastoreo genera áreas de sobre y sub-pastoreo que pueden afectar la productividad y biodiversidad de los pastizales, disminuyendo su eficiencia de utilización y contribuyendo a su degradación (Asner et al., 2004; Bailey et al., 1996; Coughenour, 1991). El sobrepastoreo fue identificado como una de las principales causas de la degradación del Campo Natural en la “Evaluación participativa de la degradación de la Tierra y la gestión sostenible del sistema pastizal” realizada por la FAO en nuestro país (Formoso et al., 2020).

Para lograr hacer un manejo sustentable del pastoreo extensivo sobre pastizales naturales es crítico comprender las dinámicas de distribución espacial y temporal de uso del paisaje que realizan los grandes herbívoros (Bailey et al., 1996; Coughenour, 1991; Spiegel et al., 2020; Senft et al., 1987). En la búsqueda de entender este proceso complejo de interacción animal-planta, se han estudiado las relaciones entre las características del hábitat y los patrones de pastoreo observados (Bailey et al., 1996). Actualmente, está bien documentado el efecto de factores bióticos (cantidad, estructura, composición botánica, concentración de nutrientes, toxinas y compuestos secundarios de la vegetación, insectos, interacciones sociales, predación y actividad humana) y abióticos (características del suelo, pendiente, distancia a la aguada, temperatura, precipitaciones, viento, sombra, refugio, pendiente, etc.) sobre el proceso de pastoreo libre (Bailey et al., 1996).

Se conoce que el ganado pastorea preferentemente áreas con pendientes suaves y cercanas a las aguadas y es atraído por parches o comunidades vegetales con un alto valor nutricional y cantidad de forraje (Bailey et al., 1996; Senft et al., 1987; Coughenour, 1991). Partiendo de este conocimiento se han logrado desarrollar prácticas de manejo como la distribución de aguadas, colocación de sales o suplementos y aplicación de fertilización que apuntan a modificar la forma de uso de un ambiente hacia una distribución más uniforme del pastoreo (Bailey et al., 1996; Herrera, 2018).

Para el estudio del comportamiento en pastoreo de grandes herbívoros se ha propuesto un modelo conceptual de toma de decisiones por parte del animal en base a escalas espacio-temporales. Al tratarse de un sistema jerárquico anidado, las elecciones tomadas en una escala pueden ser resultado de la suma de decisiones de la escala inferior y estar afectadas por las decisiones tomadas a escalas mayores (Cuadro 2; Bailey et al., 1996).

Cuadro 2. Escalas espacio-temporales de herbívoros en pastoreo

Escala espacial	Escala temporal	Definición comportamental	Criterio de selección	Mecanismos involucrados
Bocado	1-2 segundos	Movimientos mandibulares, de lengua y cuello	Concentración de nutrientes, toxinas y compuestos secundarios. Tamaño de plantas	Tasa de consumo. Selección de la dieta, consecuencias post ingestivas
Estación de alimentación	5-100 segundos	Conjunto de plantas disponible para el animal sin que mueva sus patas delanteras.	Abundancia y calidad de forraje, especies de plantas. Interacciones sociales	Velocidad de tránsito, tasa de consumo, frecuencia de retorno
Parche	1-30 minutos	Reorientación hacia un nuevo lugar. Intervalos entre pastoreos	Abundancia y calidad de forraje, especies de plantas. Interacciones sociales y topografía	Velocidad de tránsito, tasa de consumo, frecuencia de retorno y memoria espacial
Sitio de alimentación	1-4 horas	Sesión de pastoreo	Topografía, distancia al agua. Calidad y cantidad de forraje. Predación	Reglas de orientación y memoria espacial
Campo de pastoreo	1-4 semanas	Áreas centrales próximas donde los animales descansan y beben agua	Disponibilidad de agua, abundancia de forraje. Termorregulación, competencia	Migración y memoria espacial
Región de pastoreo	1 mes - 2 años	Dispersión y migración	Disponibilidad de agua, abundancia de forraje. Termorregulación, competencia	Migración y dispersión

Nota. Adaptado de Bailey et al. (1996).

Los mecanismos de forrajeo o pastoreo son definidos como el proceso por el cual un patrón de pastoreo agregado ocurre (Bailey et al., 1996). Se han propuesto mecanismos cognitivos (memoria, discriminación, aprendizaje, frecuencia de selección del sitio de alimentación y maximización momentánea) y no cognitivos (asociados al desplazamiento, como velocidad de pastoreo, frecuencia de giro y ángulos, tasa de consumo, ángulo del cuello y pendiente) que operan juntos en la toma de decisiones de pastoreo dentro de dichas escalas (Bailey et al., 1996).

La selección de la dieta a escala de bocado se ha estudiado mediante observación directa (Marquardt et al., 2018; Hessle et al., 2014), la cual es propuesta como la opción más adecuada en pasturas heterogéneas frente a otras metodologías como muestreo y mediciones promedio (Agreil y Meuret, 2004). La observación directa también es utilizada para registrar el comportamientos a escala de EA (Flores, 1983; Gonçalves, 2007; Goday 2023).

Las EAs, entendidas como el conjunto de plantas disponible para el animal sin que mueva sus patas delanteras (Bailey et al., 1996) o como aquella pausa para ingerir alimentos en una posición entre intervalos de pasos de búsqueda de alimento (Flores, 1983), se han abordado a través de la medición de la velocidad de tránsito, la tasa de consumo y/o la frecuencia de retorno (Bailey et al., 1996).

Para describir la velocidad de tránsito se ha tomado como variables el número (EA/min) y duración de EA (mediaEA) y pasos entre EA (PasosEA) y tiempo de pastoreo total (TP) (Flores, 1983). La tasa de consumo por su parte se ha analizado en base al número de bocados por EA (Boc/EA) o número de bocados por minuto (Boc/min) (Flores, 1983). Ésta última variable ha sido propuesta como determinante de la decisión de dar por finalizada una EA (Searle et al., 2005). La tasa de consumo se ve afectada por la altura del forraje, encontrando una tendencia de disminuir los bocados/min con el aumento de la altura del pasto, principalmente porque los movimientos de prensión y masticación aumentan a medida que aumenta la altura y el peso de los bocados es mayor (Gonçalves, 2007; Goday, 2023).

En ecosistema Campos se cuenta con registros en terneras en Rio Grande do Sul (Gonçalves, 2007) y en vacas de cría Hereford y Aberdeen Angus y sus cruza en Uruguay (Goday, 2023; Machado, 2020). En dichos trabajos se reportan valores de entre 4,1 y 8 EA/min, valores de 6,4 segundos de media de duración (Gonçalves, 2007) y registros de entre 1,3 y 1,57 de Pasos entre EA (Gonçalves, 2007; Goday, 2023). El movimiento entre EA mayormente se da en pasos simples, indicando que la selectividad a nivel de EA se da principalmente variando el tiempo de residencia y los bocados dentro de la misma, y no por la elección entre EA (Roguet et al., 1998 citado por Goday, 2023). Para número de bocados se cuenta con reportes de entre 6,4 por EA (Gonçalves, 2007) y 8,27 (Goday, 2023) y valores de entre 45 y 52 bocados por minuto (Machado, 2020; Goday, 2023).

La selección de sitios de alimentación se ha estudiado a través de la frecuencia de uso de unidades espaciales (zonas, comunidades vegetales, etc) previamente cartografiadas y descritas en cuanto a su composición florística, características del suelo y posición topográfica (Herrera, 2018; Senft et al., 1985; Spiegal et al., 2019). La selectividad se ha estimado a través de

diferentes índices, los cuales describen la selección o evitación para cada unidad espacial (Herrera, 2018; Hesse et al., 2014).

El estudio del movimiento a escalas diarias en las últimas décadas se ha estudiado utilizando GPS y sistemas de información geográfica. Esta tecnología permite obtener la posición en el espacio y tiempo de los animales de forma individual, pudiendo calcular estimaciones de distancia recorrida, área explorada, velocidad y sinuosidad (McIntosh et al., 2022). La distancia diaria recorrida está negativamente relacionada con la cantidad de forraje, en donde en presencia de menor cantidad de forraje se registran mayores distancias (Bailey et al., 1996). Se reporta que los animales tienden a recorrer menores distancias en potreros pequeños que en grandes, y en sistemas rotativos que en continuos. Esta variable es influida a su vez por factores climáticos como temperatura, velocidad del viento, cambios en humedad relativa ambiente (Anderson y Kothmann, 1980) y factores abióticos, como la topografía, tamaño de potrero, la disponibilidad de sombras y reparo (Bailey, 2004 citado por Herrera, 2018). En cuanto al área explorada se reporta que ésta tiende a incrementarse con el tamaño corporal del animal, ya que animales de mayor talla corporal, por lo general presentan mayores niveles de consumo (Aharoni et al., 2013). La velocidad es entendida como la tasa en la cual los herbívoros transitan diferentes porciones del paisaje, y se conoce que el ganado se mueve más lentamente en sitios con mayor abundancia de forraje (Bailey et al., 1996). El índice de sinuosidad es un indicador de cuán recta o serpenteante es la trayectoria de desplazamiento de un animal, asociándose positivamente con la selectividad de parches o estructura vertical de la vegetación que permiten una mayor tasa de consumo (McIntosh et al., 2022).

Comportamiento de pastoreo en Ganado Bovino Criollo

- **Dieta y selectividad de zonas del potrero**

Estudios de selectividad de la dieta muestran que las razas Criollas consumen una dieta más diversa y mayor proporción de forrajes de menor digestibilidad comparado con razas convencionales o sus cruza (Marquardt et al., 2018; Spiegel et al., 2017). Se ha propuesto que el ganado Criollo posee una habilidad inherente para seleccionar las partes de mayor valor nutritivo de una planta y estar más adaptado para utilizar y digerir forrajes de baja calidad forrajera (Koppa, 2007 citado por Herrera, 2018).

Vacas Criollo Chaqueño Boliviano (CCh) realizaron un mayor consumo de plantas leñosas en comparación con vacas cruce Brahman × CCh, a la vez de usar más el recurso hojarasca en la estación seca, mientras que las vacas cruce no lo utilizaron (Marquardt et al., 2018). En Criollo Rarámuri se estudió la selección de la dieta mediante *metabarcoding* de ADN de las heces en comparación con la cruce Angus x Hereford, encontrando que si bien las especies de plantas dominantes no difirieron entre razas, las muestras de

Criollos tendieron a contener una mayor proporción de *mezquite* y *Yucca spp.* y menos *Ephedra spp.* y la mitad de la grama negra que las muestras de la craza convencional (Estell et al., 2022).

En la región semiárida de La Rioja, las vacas CrA prefirieron visitar la zona de menor disponibilidad de forraje y mayor proporción de suelo desnudo en comparación con las vacas Aberdeen Angus (AA) en invierno. Las AA por su parte prefirieron zonas de mayor disponibilidad de gramíneas y de mayor contenido de proteína bruta (Herrera et al., 2018). La raza CR también demostró mayor preferencia por zonas de suelo desnudo durante la estación de menor crecimiento de la vegetación que su control convencional, pero, contrariamente a lo esperado, no mostró diferencias de preferencia por los pastizales y el CR evitó en mayor medida el Matorral (Spiegel et al., 2017).

- **Estación de alimentación**

No encontramos estudios de forrajeo de ganado Criollo a escala de EA. Considerando que los criterios de selección de las EA involucran la cantidad y el valor nutritivo de las especies presentes (Bailey et al., 1996), el mayor uso de forrajes de menor digestibilidad identificado en razas Criollo podrían modificar las variables medidas de las EA (Marquart et al., 2018; Spiegel et al., 2019).

- **Movimiento**

En bovinos Criollos se han reportado mayores distancias diarias recorridas (Roacho-Estrada, 2008; Nyamuryekung et al., 2022), mayores áreas exploradas (Peinetti et al., 2011; Spiegel et al., 2019) y mayores velocidades (Roacho- Estrada, 2008; Nyamuryekung et al., 2022) frente a sus controles convencionales (Cuadro 3). Estas diferencias podrían afectar la conducta a escalas menores como la EA.

Cuadro 3. Estudios sobre el movimiento a escala diaria en pastoreo de razas Criollas o cruza con Criollo, en comparación con razas convencionales.

Autor/a principal	Bioma	Categoría	Razas	Distancia total	Área explorada	Velocidad diaria	Sinuosidad diaria
Roacho-Estrada, 2008	Desierto, EEUU-México	Vacas	Criollo Mexicano	O:4400 P:70600	-	O:5,0 P:5,2	-
			Angus, Hereford y sus cruza	O:4600 P:5400	-	O:4,7 P:4,9	-
Peinetti, 2011	Desierto y arbustos, EEUU	Vacas	Criollo Rarámuri		O: CrR> A P: CrR= A		
Herrera, 2018	Árido, Chaco, Argentina	Vacas	Criollo Argentino	V:4824 I: 6264	V: 43,30 I: 116,00	-	V:0,26 I: 0,28
			Angus	V:5692 I: 5412	V:95,00 I: 126,40	-	V:0,29 I:0,31

Spiegel, 2019	Desierto y arbustos, EEUU	Vacas	Criollo Rarámuri	-	PreG 49,69 G: 39,99 Dry: 41,60	-	-
			Angus x Hereford	-	PreG: 18,26 G: 33,32 Dry: 24,36	-	-
McIntosh, 2021	Desierto y arbustos, EEUU	Novillos	Criollo Rarámuri	Vt: 9810 I:1032	Vt: 282,80 I:441,61		Vt: 0,19 I:0,21
			cruza criollo	Vt:8810 I: 1079	Vt: 298,25 I:498,55		Vt: 0,23 I:0,22
			Criollo Rarámuri	G:7530 Dor: 9030	-	5,42	-
Nyamuryekunge 2022	Desierto y arbustos, EEUU	Vacas	Angus	G: 5180 Dor: 8540	-	3,70	-

Referencias: Distancia total= distancia total recorrida en 24hs (mts), Área explorada= área explorada en 24hs(hás) Velocidad diaria= velocidad registrada en 24hs (m/s), Sinuosidad diaria= índice de rectitud (Batschelet, 1981), Valores cercanos a 0 indican sinuosidad máxima o trayectorias serpenteantes, y cercanos a 1 indican caminos rectos. V: verano, Vt: Verano tardío, O: otoño I: invierno, P: primavera PreG: "Pregreenup" antes del rebrote, G: crecimiento, Dor: estación de dormancia y Dry: estación seca.

En vacas CrA ecotipo riojano se describen trayectorias más sinuosas frente a las AA (Herrera, 2018). Se reportan mayores distancias y áreas recorridas de las razas Criollas sólo en las estaciones secas, asociado a menor cantidad y valor nutritivo de forraje. Asimismo, se menciona no encontrar diferencias entre razas en primavera, cuando la cantidad de forraje es alta y está más uniformemente distribuida (Herrera, 2018; Peinetti et al., 201; Spiegel et al.,2019).

- **Vínculo comportamiento en pastoreo y ganancia de peso**

A la fecha son muy escasos los trabajos que vinculen la selección de dieta o desplazamiento de los bovinos Criollos y la ganancia de peso (Marquardt et al., 2018, McIntosh et al., 2022). El mayor uso de alimentos de menor digestibilidad por los Criollos Chaqueños Bolivianos se asoció a una menor pérdida de peso en los días de condiciones desfavorables evaluados en comparación con su control. Dichos resultados sugieren que los CCh estarían mejor adaptados al ambiente bosque seco que sus cruza, especialmente durante la estación seca (Marquardt et al., 2018). En novillos CR y cruza Criollo se observó que a mayor variación diaria en las variables de movimiento, mayor ganancia diaria de peso en la estación de menor crecimiento de la pastura. Este resultado los autores lo atribuyen a una mayor plasticidad en los comportamientos de búsqueda (ej. una mayor selectividad a escala de parches y comunidades de plantas), característica ventajosa en un entorno de pastoreo heterogéneo (McIntosh et al., 2022). A la fecha no se cuenta con trabajos que hayan estudiado el comportamiento de pastoreo y su relación con la ganancia de peso en pastizales templado-cálidos.

HIPÓTESIS

Se hipotetiza que las vaquillonas BCU frente a las vaquillonas Hereford:

1) Seleccionan en mayor magnitud el estrato alto, maciegas, sub-arbustos y árboles, y en menor medida el estrato bajo del pastizal natural.

2) Recorren mayores distancias, exploran mayores áreas, a mayor velocidad y sinuosidad.

3) Muestran mayor preferencia por las zonas del potrero de menor altura y valor nutritivo del forraje.

4) Presentan menor PV y altura e iguales valores de condición corporal.

5) Presentan menores ganancias de PV pero no difieren en ganancias de peso relativas al PV.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar el comportamiento de pastoreo y el crecimiento de vaquillonas Criollo Uruguayo en comparación con vaquillonas Hereford en pastizales naturales

Objetivos específicos

- 1) Caracterizar y comparar el comportamiento de pastoreo en ambas razas en:
 - a) número y duración de EA, números de pasos entre EA y el selección de estratos del Campo Natural a través del análisis de vídeos.
 - b) distancia recorrida, área explorada, velocidad, sinuosidad y utilización de zonas del potrero a través de geolocalizadores satelitales y sistemas de información geográficos.
- 2) Caracterizar y comparar el crecimiento de las vaquillonas (BCU vs Hereford) en base a la evolución del PV, ganancia de peso, ganancias relativas al PV, CC y altura de alzada en ambas razas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales en estudio y manejo

El estudio fue aprobado por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA) de la Facultad de Veterinaria (protocolo n°1486). Se utilizaron 11 vaquillonas BCU y 15 vaquillonas Hereford, de 18 meses de edad, con $183,2 \pm 30,9$ y $217,8 \pm 27,6$ kg de PV respectivamente al inicio del ensayo (Figura 2). Las vaquillonas BCU fueron trasladadas a Santa Teresa en diciembre de 2021 desde el Parque Nacional San Miguel y las vaquillonas Hereford formaban parte del rodeo de cría del campo de SEPAE, Santa Teresa. Los animales de ambas razas fueron introducidos conjuntamente por primera vez al potrero de estudio en enero de 2022 para cumplir con un período de acostumbramiento.



Figura 2. Vaquillonas BCU (frente) y vaquillonas Hereford (fondo) al inicio del ensayo

El pastoreo fue continuo conjunto (simultáneo) durante todo el período de estudio para asegurar las mismas condiciones para ambas razas. La altura media de la pastura se propuso que estuviera entre 6 y 15 cm con el objetivo de mantener condiciones de pastoreo adecuadas para Campo Natural (Do Carmo et al., 2016). Las 26 vaquillonas fueron los únicos animales que utilizaron el potrero resultando una carga de 0,66 cabezas/há o de 136 kg PV/há al inicio del ensayo y de 157,4 kg PV/há, 143 kg PV/há, 186,4 kg PV/há para otoño, invierno y primavera respectivamente. Las vaquillonas durante los meses de estudio se encontraban sin gestar y sin acceso a los toros. El manejo reproductivo se realizó en diciembre de 2022, fuera del período experimental.

Sitio y período experimental

El estudio fue llevado a cabo en un potrero de pastizal natural degradado de 33 hectáreas del SEPAE, Santa Teresa, Rocha (Lat. $33^{\circ}, 9932361'S$, Long. $53^{\circ}, 5796347'O$) entre febrero y noviembre del año 2022 (Figura 3). El sitio presenta un índice de productividad Coneat promedio de 86,6 con presencia de suelos francos, arenosos francos, brunsoles lúvicos en las laderas y argisoles-superficiales en la zona alta (CONEAT- MGAP, 2023).

Clima y condiciones meteorológicas durante el estudio

El clima del Uruguay se clasifica como subtropical húmedo, con una temperatura media de 16 °C y una media histórica de precipitación anual de 1200 mm (Instituto Nacional de Meteorología (Inumet), s.f.). Durante el periodo experimental la temperatura media se ubicó 1 °C por debajo de la media histórica nacional a iguales meses (Anexo 1) y las precipitaciones registraron un acumulado de 1100 mm (Anexo 2). Los registros fueron facilitados por la estación metereológica de Inumet Rocha (34°53'S - 54°24'O).

Vegetación

La vegetación del sitio experimental es característica de los pastizales de las Sierras del Este con indicadores de degradación por historia agrícola en un sector del potrero (Molina y Alonso, 1997; Altesor et al., 2011). Estos pastizales tienen una importante riqueza en especies vegetales, predominio de gramíneas de bajo porte estivales, y con matorral y monte serrano asociado (Molina y Alonso, 1997, Altesor et al., 2011). Fisionómicamente estos pastizales tienen dos estratos: estrato bajo y estrato alto (Ver descripción de composición botánica en Anexo 3).

Caracterización de las zonas del potrero

Se clasificaron cuatro diferentes zonas del potrero en base a topografía, suelos y vegetación, las cuales se georeferenciaron y se elaboró un sistema de información geográfico (SIG) del potrero utilizando el software QGis (Figura 3).

Figura 3. Mapa del potrero de estudio mostrando las zonas identificadas.



Referencias: Alto (A), ladera(B), maciegas(C), bajo (D), polígonos azules: aguadas.

Los ambientes identificados fueron alto (A), ladera (B), maciegas (C) y bajo (D)(anexo 4). La zona “alto” se compone por dos polígonos caracterizados por ser las áreas de mayor altura sobre el nivel del mar (34 msnm) y presentar suelos argisoles superficiales. Uno de los polígonos “Alto” cumple con la

particularidad de encontrarse cercano al monte nativo. La zona ladera se compone por los interfluvios convexos de pendientes entre 6 y 12%. La zona maciegas fue una zona particular caracterizada por la presencia de maciegas altas de *Paspalum quadrifarium*, en la transición entre bajo, alto y ladera al noroeste del potrero. La zona bajo, por su parte, se caracteriza por la presencia de pajonales (*Saccharum angustifolium*), en donde la altura de las maciegas supera el 1,20 m de altura dificultando el acceso al pastoreo.

Determinaciones en la pastura

Se llevaron a cabo más de 150 mediciones de altura de la pastura en cada estación, utilizando la metodología de máxima concentración con regla centimetrada (Do Carmo et al., 2020) (Anexo 5). Los valores se presentan en el Cuadro 4, resultando una oferta de 12,8%PV/día en otoño e invierno y 9,05% PV/día en primavera. La cantidad de forraje anual presentó variación estacional describiendo valores de 2310 kgMS/ha para otoño, 2100 kgMS/ha para invierno y 1920 kgMS/ha para primavera.

En las estaciones de invierno y primavera se determinó la composición química de la vegetación para la que se tomaron dos muestras por zona mediante la técnica del *Hand Clipping* (Coates y Penning, 2000). Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Nutrición del Instituto de Producción Animal de Facultad de Veterinaria, donde se determinó el porcentaje de materia seca secada a una temperatura de estufa de 60°C y materia seca total en estufa a 150°C. Se empleó el método de Van Soest (Van Soest, Robertson y Lewis, 1991) para la determinación de los valores de fibra neutro detergente (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) y método Kjeldahl para la determinación de proteína cruda. (Cuadro 5).

Estudios focales de comportamiento de pastoreo a nivel de estación de alimentación y selectividad de estratos del pastizal

Para el registro de comportamiento a nivel de EA y selectividad de estratos a nivel de bocados (Bailey et al., 1996) se realizaron muestreos focales de toma de videos con cámaras digitales a cuatro vaquillonas por raza en cada una de las estaciones del año evaluadas. Se colocaron marcas artificiales en las vaquillonas para facilitar su identificación. Las mismas tenían la libertad de desplazarse por la totalidad del potrero y los observadores no interfirieron en su desplazamiento.

Los muestreos focales fueron realizados por dos observadores montados a caballo acompañando el comportamiento de pastoreo de las vaquillonas desde una distancia de aprox. cuatro metros, obteniendo registros de los movimientos de las patas delanteras y la ubicación de los bocados. Se realizaron simulacros antes de comenzar el ensayo para la habituación de los animales a los observadores. En cada estación se tomaron vídeos durante dos

días consecutivos, en la mañana y en la tarde, donde ocurrieron las principales sesiones de pastoreo (Gibb, Huckle, Nuthall, 1998). Cada muestreo contó con una duración aproximada de 40 minutos por vaquillona obteniendo un total de 31,3 horas de registros en video.

El análisis de los videos se realizó empleando el software libre Boris (*Behavioral Observation Research Interactive Software*) (Friard y Gamba, 2016), en donde se creó un etograma (Anexo 6) con el que se codificó el registro de duración de las EA como variable de estado (registro de inicio y fin) y los pasos y tipo de bocado como variables puntuales (Friard, 2016) (Anexo 7). Se evaluó previo al procesamiento de los videos la repetitividad de los observadores y la reproducibilidad de registros entre observadores en segmentos de videos de quinientos segundos obteniéndose valores suficiente de repetibilidad y reproducibilidad (Anexo 8).

Se calculó por vaquillona el número de EA por minuto (EA/min), la duración media de las EA (mediaEA) y los pasos por EA (PasosEA). El número de EA/min fue determinado de acuerdo a Hirata et al. (2015) como el número de EA totales, dividido el tiempo total de observación. Se entendió como inicio de la EA el apoyo de una pata delantera en el suelo y comienzo de bocados y como finalización el despegue de la pata homóloga del suelo (Flores, 1983). En base al conteo de bocados se calculó los bocados por minuto (Boc/min) y los bocados por EA (Boc/EA).

Para el cálculo de proporción de uso de los estratos del pastizal se utilizaron las mismas grabaciones anteriormente mencionadas. Se registró el número total de bocados y se calculó la proporción de bocados en cada estrato: estrato alto (Bap), estrato bajo (Bbp), maciegas (Bmac; plantas aisladas de *Saccharum angustifolium*; *Paspalum quadrifarium* *agregar las otras*), ramoneo de árboles (Ram) y vegetación subarborescente (sub). Estas últimas entendidas como: Cardillas (*Eryngium horridum*), Carquejas (*Baccharis trimera*), *Colletia spinosissima*, y *Eryngium paniculatum*, principalmente.

Estudio del movimiento animal y uso de las zonas del potrero

Para estudiar el movimiento de los animales se utilizaron collares provistos de un geoposicionador satelital (GPS ubicadas dentro de una caja plástica, cerrada herméticamente) que se colocaron a 7-8 vaquillonas por raza por un período de 21-40 días en cada estación (Figura 4).



Figura 4. Colocación de los collares equipados con GPS. Izquierda: Collar y contenido de la caja plástica (GPS y batería móvil portátil). Central y derecha: colocación de collares.

Estos equipos fueron ajustados para realizar registros de localización cada 5 minutos. Se descargaron los datos GPS utilizando el software @trip PC.Ink y se convirtieron al sistema de coordenadas del potrero (SRC: WGS84 EPSG: 4326) utilizando el software QGIS (Quantum GIS Development Team, 2016). Se generó un archivo por vaquillona que muestra su identificación, la fecha, hora y las coordenadas geográficas (longitud y latitud) para cada registro. Los datos fueron filtrados obteniendo un total de 15 días de registros por estación. A partir de los cuales se calculó la distancia diaria recorrida (m/día), el área explorada diaria por vaca (m²/animal/día), la velocidad de desplazamiento (m/minuto) y la sinuosidad de la trayectoria utilizando el programa GrazeAct. El mismo utiliza el teorema de Pitágoras para calcular la distancia recorrida entre dos puntos consecutivos de GPS y el mínimo polígono convexo que contenga todas las locaciones GPS del animal durante el período de 24 hs para calcular el área explorada (McIntosh et al., 2022). La sinuosidad se estimó calculando el índice de rectitud (Batschelet, 1981), el cual se calcula para un período de tiempo como el cociente entre la distancia lineal entre el primer y último punto y la distancia acumulada durante una trayectoria para un tiempo dado (24 hs). Valores de rectitud próximos a 0 indica un camino muy sinuoso y valores próximos a 1 indica un camino recto (McIntosh et al., 2022).

La preferencia de las vaquillonas por las diferentes zonas del potrero se analizó para invierno y primavera utilizando la herramienta conteo de puntos del software QGIS (Quantum GIS Development Team, 2016). En base al conteo se calculó el índice de Ivlev (Jacobs, 1974) que relaciona las proporciones de visitas a cada zona con la proporción que significa dicha zona en el total del ambiente.

$$\text{índice Ivlev} = \frac{(\text{frecuencia puntos en la zona}) - (\text{Proporción zona/ total del potrero})}{(\text{frecuencia puntos en la zona}) + (\text{Proporción zona/ total del potrero})}$$

El índice adopta valores entre -1 (rechazo de la zona) y + 1 (selección positiva máxima), donde cero indica que la frecuencia de visitas es igual a la proporción que ocupa la zona en el potrero.

Estudio del crecimiento y condición corporal de las vaquillonas

Se registró el PV, altura a la cruz y la condición corporal de la totalidad de las vaquillonas al inicio del ensayo (febrero), otoño (abril), invierno (agosto) y primavera (noviembre). El PV se registró en la mañana, sin ayuno, con balanza electrónica (Coates y Penning, 2000) y la altura de la alzada con un bastón con cinta métrica. La condición corporal se estimó en base a la escala validada en Uruguay para ganado Hereford (Vizcarra et al., 1986) por un observador entrenado.

Análisis estadísticos

Se estudió la distribución de las variables y la distribución normal fue la que mejor se ajustó a las variables estudiadas. Cada vaquillona fue considerada como una unidad experimental. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando modelos lineales mixtos (PROC MIXED) para identificar diferencias entre biotipos a través de las estaciones utilizando el software Statistical Analysis Software, SAS (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA). El modelo general consideró el efecto fijo de la raza, la estación del año y la interacción de la raza con la estación del año. Se realizaron comparaciones múltiples pos-hoc mediante la prueba de Tukey y se consideraron diferencias significativas entre valores a nivel de p inferior a 0,05.

RESULTADOS

Determinaciones en la pastura

En el cuadro 4 se describe para cada estación la altura media de la pastura en cm y su ds. Se acompaña con la proporción de registros por categoría de altura. Asumiendo que pastos de más de 12 cm se pueden considerar maciegas, en ninguna de las tres estaciones se supera el nivel crítico de acceso al pastoreo de 35% (Bremm et al., 2017).

Cuadro 4. Altura media de la pastura, desviación estándar y porcentaje de registro para cada categoría de altura en las estaciones estudiadas.

Altura pastura (cm)			% registros			
Estación	Media	Desv est.	0 <4 cm	≤4<8 cm	≤8<12 cm	>12 cm
Otoño	7,7	7	42,9	22,7	16,2	18,2
Invierno	7	8,4	50,9	12,4	17,2	19,5
Primavera	6,44	4,9	40,7	26,6	13,0	19,8

En el cuadro 5 se describe la composición química del forraje para las diferentes zonas del potrero en las estaciones estudiadas.

Cuadro 5: Composición química del forraje para las diferentes zonas del potrero en las estaciones estudiadas.

Estación	% Proteína Cruda			%FND			%FAD		
	Alto	Ladera	Bajo	Alto	Ladera	Bajo	Alto	Ladera	Bajo
Invierno	5,19 ±0,22	9,09± 0,24	7,61± 0,37	57,82±0,60	65,82± 0,31	62,97± 0,54	26,33± 0,33	25,03± 0,77	33,39 ± 0,55
Primavera	8,37±0,22	8,84± 0,30	9,09± 0,24	69,26± 1,21	64,56 ±2,56	65,16± 0,93	35,78 ± 0,97	36,99 ± 1,74	38,14 ± 1,09

Comportamiento de pastoreo a nivel de estación de alimentación y uso de estratos del pastizal

En el cuadro 6 se presenta el efecto raza, estación e interacción raza estación sobre las variables medidas a nivel de EA y de bocados para las vaquillonas BCU y Hereford.

Cuadro 6. Efecto de la raza, estación e interacción raza-estación en las variables de comportamiento a escala de EA (media±eem) por raza y estación.

Variable	Criollo			Hereford			eem	p-valor		
	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera		Raza	Estación	Raza* Estación
EA/min	6,5	8,2	7,8	6,3	7,6	7,9	0,50	0,650	0,001	0,667
mediaEA	7,8	6,4	4,8	7,8	6,8	5,3	0,50	0,503	<0,0001	0,771
Boc/EA	9,4	7,6	6,1	9,7	7,8	6,4	0,62	0,669	<0,0001	0,987
Boc/min	57,0	61,6	48,3	60,2	58,2	50,1	1,64	0,679	<0,0001	0,132

PasosEA	1,10	1,10	1,20	1,10	1,20	1,20	0,020	0,195	0,0025	0,972
Bap	0,082a	0,048ab	0,11a	0,0237b	0,032b	0,0820a	0,009	0,007	<0,0001	0,070
Bbp	0,907cd	0,951ab	0,885 d	0,976 a	0,967 a	0,918bcd	0,006	0,019	<0,0001	0,028

Referencias: EA/min= número de EA por minuto, mediaEA=Duración media de EA (seg), Boc/EA= Número de bocados por EA, Boc/min=Tasa de bocados como bocados por minuto, PasosEA=número de pasos entre EA, Bap= Proporción de bocados registrados en estrato alto del pastizal, Bbp= Proporción de bocados realizados en estrato bajo del pastizal, eem= error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre medias de razas por estación.

Las variables número de EA/min, duración mediaEA, tasa de bocados, número de bocados/EA y número de pasos entre las EA fueron afectadas solo por la estación, no encontrando diferencias significativas entre razas ni en la interacción raza-estación (Cuadro 6)

La proporción de bocados en estrato alto fue afectada por la raza ($p<0,007$) y estación ($p<0,0001$) y describió una tendencia de ser afectada por la interacción raza-estación ($p<0,07$) (Cuadro 6). Las vaquillonas BCU presentaron mayor proporción de bocados en este estrato durante todo el ensayo frente a las Hereford, siendo significativa esa diferencia en la estación otoño ($0,082 \pm 0,008$ vs $0,0237 \pm 0,009$ BCU y Hereford respectivamente).

En cuanto a la proporción de bocados en el estrato bajo se registró efecto de la raza, estación e interacción raza-estación (Cuadro 6). Las vaquillonas BCU registraron una proporción significativamente menor en la estación otoño frente a las Hereford ($0,907 \pm 0,008$ vs $0,976 \pm 0,009$ BCU y Hereford respectivamente).

Se registraron en tres estudios focales bocados en maciegas (dos en otoño y uno en primavera) y un registro de ramoneo en árboles en otoño por las vaquillonas BCU, no registrando este comportamiento en las muestras tomadas para Hereford. Debido al bajo número de registros no se realizó el análisis estadístico correspondiente a estos dos tipos de bocados.

Estudio del movimiento animal y uso de las zonas del potrero

En el cuadro 7 se presentan el efecto de la raza, estación e interacción raza estación sobre la distancia recorrida, el área explorada, la velocidad, y la sinuosidad diaria de las vaquillonas BCU y Hereford.

Cuadro 7. Efecto de la raza, estación e interacción raza-estación en las variables de movimiento y de selectividad de zonas del potrero (media \pm eem) por raza y estación.

Variable	Criollo			Hereford			eem	p-valor		
	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera		Raza	Estación	Raza* Estación
Distancia	6065b	6088b	7105a	4764 d	5343 c	7133 a	209	0,0002	<0,0001	<0,0001
Área explorada	233499	275738	319956	202283	259511	310765	14798	0,016	<0,0001	0,254

Velocidad	4,48b	4,47 b	5,20a	3,69 c	3,92 c	5,21a	0,164	0,0015	<0,0001	<0,0001
Sinuosidad	0,042b	0,085 a	0,022bd	0,082ac	0,103 a	0,021 d	0,005	<0,0001	<0,0001	0,0029
Ilev alto	-	0,362	0,340	-	0,444	0,376	0,020	0,013	0,0514	0,2967
Ilev ladera	-	-0,024	0,018	-	-0,065	-0,001	0,009	0,005	<0,0001	0,2712
Ilev bajo	-	-0,272	-0,316	-	-0,155	-0,312		0,376	0,1477	0,4028
Ilev maciegas	-	-0,106a	-0,439 b	-	-0,318ab	-0,309ab	0,054	0,458	0,0088	0,0062

Referencias: Distancia= distancia total recorrida en 24hs (mts), Área explorada= área explorada en 24hs(m²)
 Velocidad= velocidad registrada en 24hs (m/s), Sinuosidad= índice de rectitud (Batschelet, 1981), Ilev alto= Índice de preferencia ilev hacia la zona de potrero delimitada como “alto”, Ilev ladera=Índice de preferencia ilev hacia la zona de potrero delimitada como “ladera”, Ilev bajo= Índice de preferencia ilev hacia la zona de potrero delimitada como “bajo”, Ilev maciegas=Índice de preferencia ilev hacia la zona de potrero delimitada como “maciegas” *Ver figura 3, eem= error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre medias de razas por estación.

La distancia, velocidad y sinuosidad fueron afectadas por la raza, por la estación y por la interacción raza-estación (Cuadro 7). En otoño e invierno las vaquillonas BCU registraron mayor distancia recorrida (6065 y 6088 ± 209 vs 4764 y 5343 ± 209 mts BCU y Hereford respectivamente) y velocidad comparado con Hereford ($4,48$ y $4,47 \pm 0,106$ vs $3,69$ y $3,92 \pm 0,1123$ BCU y Hereford respectivamente) mientras que la sinuosidad diaria fue mayor sólo en otoño ($0,042$ vs $0,085 \pm 0,0106$ BCU y Hereford respectivamente).

El área explorada fue afectada por la raza ($p < 0,0159$) y estación, registrando mayores áreas recorridas por las BCU (276398 ± 13605) comparado con Hereford (257520 ± 13869) (Cuadro 7).

El índice de preferencia Ilev para la zona de potrero “alto” y “ladera” fueron afectados por la raza ($p < 0,013$ y $p < 0,005$ respectivamente), donde se registró una mayor preferencia por las Hereford por la zona “alto” ($0,409 \pm 0,0157$) en comparación con las BCU ($0,351 \pm 0,0142$) y las BCU expresaron un menor rechazo para la zona “ladera” ($-0,0029 \pm 0,00624$) que su control ($-0,0334 \pm 0,00691$). La zona “bajo” no fue afectada por los factores estudiados (Cuadro 7).

El índice Ilev hacia la zona “maciegas” fue afectado por la estación ($p < 0,0088$) y la interacción raza-estación ($p < 0,0062$), donde las vaquillonas BCU rechazaron en menor medida la zona de maciegas en invierno que en primavera ($-0,106 \pm 0,0489$ y $-0,439 \pm 0,0536$), a diferencia de las Hereford que rechazan a esta zona en las dos estaciones medidas por igual ($-0,318 \pm 0,0600$ y $-0,309 \pm 0,0536$).

Estudio del crecimiento y condición corporal de las vaquillonas

En el cuadro 8 se presentan el efecto raza, estación e interacción raza y estación sobre el PV, ganancia de peso, ganancia relativa, CC y altura de las vaquillonas BCU y Hereford.

Cuadro 8: Efecto de la raza, estación e interacción raza-estación en las variables de crecimiento (media±eem) por raza y estación.

Variable	Criollo			Hereford			eem	p-valor		
	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera		Raza	Estación	Raza* Estación
PV	206d	194 e	242bc	247 b	220 cde	293 a	8,07	0,002	<0,0001	<0,0001
Altura	106,6	109,2	112,6	110,4	113,3	115,6	1,05	0,072	<0,0001	0,8924
CC	4,6	3,9	4,3	4,6	3,9	4,7	0,09	0,165	<0,0001	0,0233
Ganancia	0,698a	-0,110 c	0,490 b	0,642ab	-0,238 c	0,746 a	0,0279	0,408	<0,0001	<0,0001
Ganancia relativa	2,50a	-0,40d	1,50c	1,88c	-0,67d	2,05b	0,103	0,058	<0,0001	<0,0001

Referencias: PV= Peso vivo (kg), Ganancia= ganancia de peso(kg/día), Ganancia relativa= Ganancia de PV relativa al PV inicial (gr/día//kg), CC= Condición corporal, Alt= altura de la alzada(cm), ee= error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre medias de razas por estación.

El PV fue afectado por la raza ($p < 0,002$), donde la raza Hereford fue más pesada durante todo el período experimental. En la interacción raza-estación, las vaquillonas Hereford fueron más pesadas que las BCU en otoño y primavera, no difiriendo estadísticamente en invierno (Cuadro 8). Ambas razas fueron afectadas por la estación, registrando los mayores PV en primavera, seguidos por otoño y los menores PV en invierno.

La Altura fue afectada solo por la estación, no encontrando diferencias significativas entre razas ni en la interacción raza-estación (Cuadro 8). La altura aumentó en cada estación en ambas razas.

La CC fue afectada por la estación y la interacción raza-estación (Cuadro 8). Esta disminuyó de otoño a invierno y se incrementó de invierno a primavera en ambas razas, sin diferencias significativas entre razas.

Las ganancias de PV no fueron afectadas por la raza, pero si por la estación y la interacción raza-estación. Estas disminuyeron de otoño a invierno y aumentaron de invierno a primavera en ambas razas. En la interacción raza-estación sólo se registraron diferencias raciales en primavera a favor de las vaquillonas Hereford, mientras que en invierno se registró una tendencia a una menor pérdida de PV en las vaquillonas BCU que en Hereford (Cuadro 8).

Hubo un efecto de la estación y la interacción raza-estación en la ganancia relativa. Se registró una tendencia a una mayor ganancia relativa en el BCU registrando mayores valores en otoño comparado con Hereford ($p < 0,05$) y ocurriendo lo opuesto en primavera (Cuadro 8).

DISCUSIÓN

El presente trabajo es la primera caracterización del comportamiento en pastoreo del Bovino Criollo Uruguayo y representa la primera evaluación del crecimiento para la categoría vaquillonas en comparación con la raza Hereford, contribuyendo a la descripción y valorización de la raza en estos aspectos. Cuenta con la particularidad de evaluar el pastoreo en dos escalas espacio-temporales y monitorear a la vez las ganancias de peso.

Las vaquillonas BCU expresaron un patrón de comportamiento de pastoreo diferente al registrado por las vaquillonas Hereford. Se encontró que la estrategia de las vaquillonas BCU de expresar en otoño mayor consumo del estrato alto del pastizal, mayores distancias recorridas, áreas exploradas, velocidades y sinuosidad diaria se asoció a una mayor ganancia de peso relativa en otoño y una tendencia de menor pérdida absoluta de peso en invierno frente a las Hereford. Resultados que sugieren una mayor adaptación de la raza a nuestro ambiente en dichas estaciones.

Consideramos destacable encontrar diferencias en el comportamiento en pastoreo en las vaquillonas BCU aún cuando las condiciones de manejo permitieron altas ganancias de peso. Teniendo en cuenta que las diferencias raciales reportadas en los antecedentes fueron asociadas a épocas de restricción en ambientes áridos (Anderson et al., 2015; Cibils et al., 2023; Marquardt et al., 2018).

Las vaquillonas BCU expresaron mayores ganancias de peso relativas consumiendo mayor proporción de forrajes de menor digestibilidad (incluyendo arbustos y árboles) en comparación a las Hereford. Este resultado coincide con lo encontrado en Criollo Chaqueño Boliviano frente a su control convencional (Marquardt et al., 2018). El mayor uso del estrato alto y consumo de componentes de la vegetación de menor digestibilidad permiten hipotetizar que el BCU podría tener un menor impacto sobre las especies de pastizal de Campos dominantes del estrato bajo (*Paspalum notatum* y *Axonopus afinis*). Si esto fuese así, tendría menor impacto en algunos procesos de degradación y ventajoso en regeneración, como lo plantean Estell (2022) y Spiegel (2019) para la grama negra en el desierto de Chihuahua.

En movimiento, las vaquillonas BCU en otoño e invierno registraron mayor distancia recorrida y velocidad frente a su control, asociadas a una mayor ganancia de peso relativa significativa en otoño y a menores pérdidas numéricas de peso en invierno frente a las Hereford. Nuestros resultados coinciden con trabajos realizados en Criollo Rarámuri, donde también se encontró mayores ganancias de peso a mayores desplazamientos (McIntosh et al., 2022). Es posible especular que la mayor distancia recorrida y velocidad del

BCU en otoño esté asociado a un patrón de búsqueda y selectividad de alimentos que permitan consumir más y ser más eficientes en dicha estación.

La mayores distancias y velocidades encontradas en las BCU son coincidentes con las reportadas en trabajos anteriores realizados en Criollo Mexicano (Roacho-Estrada, 2008), en CR (Nyamuryekunge et al., 2022) y en CrA en la estación invierno (Herrera, 2018) en comparación con sus controles convencionales. La mayor área explorada registrada en las BCU frente a su control coincide con lo encontrado en CR en comparación con la craza Angus x Hereford (Spiegel, 2019) y en comparación con Angus en otoño seco (Peinetti, 2011), y con ganado CrA en invierno (estación seca) frente a Angus (Herrera, 2018). Las vaquillonas BCU expresaron trayectorias más sinuosas que su control, coincidente con lo reportado por Herrera (2018) para CrA y por McIntosh (2021) para CR puros frente a sus controles.

Dado que el bienestar animal implica la capacidad que tiene un individuo a adaptarse a su ambiente (Broom, 1986), es posible entonces que el comportamiento desplegado por estos animales en otoño e invierno se relacione a un mejor bienestar para las condiciones de campo estudiadas. Sin embargo, para confirmar estas especulaciones sería importante estudiar en más detalle el patrón de comportamiento individual en ambas razas, describiendo el porcentaje de tiempo que los animales destinan al pastoreo, traslado, rumia, descanso, etc. Para tener una visión integral del sistema, sería necesario también contar con otros indicadores internos del animal, como por ej. β -hidroxibutato y ácidos grasos no esterificados, como indicadores de balance energético negativo.

Por otro lado, a nivel global del ensayo no se encontraron diferencias significativas de ganancia de PV entre razas, dado al mejor desempeño que registraron las vaquillonas Hereford durante la primavera, lo que es esperado para una raza seleccionada para ganancia de peso en buenas condiciones ambientales.

Se estudiaron a su vez comportamientos individuales en cuanto al uso de las zonas del potrero y uso de EA. Las vaquillonas BCU registraron una menor proporción de visitas a la zona “alto” y rechazaron en menor medida la zona “ladera”, caracterizándose la zona “alto” por tener los menores valores de cantidad y concentración de nutrientes y la zona “ladera” por estar más cercana al agua y presentar mejor cantidad y calidad de forraje, contrariamente a lo esperado y reportado por los antecedentes (Herrera, 2018; Spiegel et al., 2017). El uso diferente de la zona “alto” por las vaquillonas Hereford se podría explicar por la mayor cercanía al monte (área de refugio) de esta zona, la cual puede haber influido en su selección. La mayor preferencia de las BCU por la zona “ladera” puede ser una posible explicación de las menores pérdidas de peso registradas en invierno en esta raza, teniendo en cuenta que dicha zona

describe los mejores valores nutricionales (mayor proteína cruda y menor fibra ácido detergente). Otra diferencia racial la encontramos en el uso de la zona “maciegas”, donde las vaquillonas BCU la rechazaron en menor medida en invierno que en primavera, a diferencia de las Hereford que rechazan a esta zona en las dos estaciones medidas por igual, lo que podría estar relacionado a que las Criollas tienen la capacidad de explotar una mayor variedad de recursos de pastoreo que el ganado convencional (Spiegel et al., 2017).

En número, duración y pasos entre EAs, así como número de bocados por EA y bocados por minuto no se encontraron diferencias raciales, a diferencia de lo esperado. Los valores registrados por las vaquillonas de ambas razas se encuentran dentro de los rangos reportados para razas convencionales en la región (Gonçalves, 2007; Goday, 2023; Machado, 2020). A la fecha no se cuenta con valores de referencias en razas Criollas. Se conoce que la utilización de gramíneas del estrato alto y maciegas podría reducir la tasa de bocados y el número de EA por un mayor requerimiento de procesamiento de bocados de mayor peso (Bremm et al., 2017; Goday, 2023). La conducta similar registrada entre ambas razas a esta escala estaría explicada por la baja proporción de bocados en el estrato alto sobre el global (<10% para ambas razas).

En primavera no se encontraron diferencias significativas entre razas en ninguna de las variables de comportamiento estudiadas, resultados que coinciden con lo reportado en la bibliografía que lo explican por ser una estación del año con distribución de forraje más uniforme (Peinetti et al., 2011). A diferencia de lo reportado en los antecedentes (Herrera, 2018; Marquardt et al., 2018; McIntosh et al., 2021; Nyamuryekung et al., 2022; Peinetti et al., 2011; Roacho-Estrada, 2008; Spiegel et al., 2019), las vaquillonas BCU no expresaron las mayores diferencias conductuales en invierno, época de menor cantidad de forraje o valor nutritivo del forraje en nuestras condiciones experimentales. Si bien las BCU registraron mayores distancias recorridas y velocidades frente a su control en dicha estación, adoptaron valores intermedios con respecto a otoño y primavera, manteniendo valores similares a otoño en estas dos variables.

En ambientes áridos las razas Criollas aumentan en mayor magnitud las variables de movimiento en épocas descritas como críticas, lo que se describe como una conducta más “plástica” que contribuiría a la adaptación a dichas condiciones (Cibils et al., 2023). Contrariamente a lo esperado, en nuestras condiciones los mayores valores de todas las variables de movimiento medidas se registraron en primavera en ambas razas, época que, si bien contó con la altura media de la pastura más baja del ensayo, describió una mejor distribución de estructura con más proporción de sitios dentro de valores de altura óptimos (Carvalho et al., 2017), que posibilitaron las mayores ganancias de peso. Es posible que en condiciones invernales de mayor restricción de

forraje y sequías estivales como ocurren en Campos sumado a manejos a baja oferta de forraje, el BCU exprese mayor plasticidad como se reporta en los antecedentes.

Además de los indicadores comportamentales y fisiológicos, comparados entre razas en condiciones de campo, también se realizó la evolución de su desarrollo, dado que no se contaban con datos para esta categoría en crecimiento para la raza. En base a nuestros resultados las vaquillonas BCU tuvieron valores de entre 194 y 242 \pm 8,07 kg de PV, que se encuentran entre un 5% y un 15% por debajo de los reportados por el único antecedente de crecimiento en BCU medido en novillos (Armstrong et al., 2021). Estos valores son esperables dado que los machos son de mayor tamaño corporal que las hembras (Rodríguez et al., 2004). A su vez se constataron similares diferencias de peso a igual edad entre las vaquillonas BCU y las Hereford al inicio del experimento (-19,1%) que las encontradas en el antecedente con novillos BCU frente a su control, novillos Hereford (-18,5%) (Armstrong et al., 2021).

De acuerdo a nuestra hipótesis, no se registraron diferencias raciales en la variable condición corporal (CC) en ninguna de las estaciones del año estudiadas. La CC describió en ambas razas un patrón de disminución en el período otoño-invierno e incremento en el período invierno-primavera asociado a la evolución de ganancia de peso (niveles de ganancias de peso positivos en otoño, pérdida de peso en invierno e incremento en primavera) característico para esta categoría en pastizales naturales de la región (Bremm et al., 2017). Estudios previos encontraron correlación positiva pero muy baja entre el espesor de grasa subcutánea en vacas BCU con los valores de CC estimados con la escala disponible para ganado Hereford (Isaurralde et al., 2022). En base a esto consideramos que las vaquillonas BCU, debido a sus diferencias en conformación, pueden haber registrado mayores valores de reservas energéticas a igual nivel de CC que las Hereford. De manera similar, el hecho de no encontrar diferencias en altura de alzada entre razas asociado a pesos vivos significativamente diferentes, se explicaría por diferencias de conformación de ambas razas.

La ganancia de peso entre las dos razas fue similar cuando se considera el período experimental completo, dato relevante considerando que ambas razas presentan pesos vivos significativamente diferentes. Las vaquillonas BCU expresaron ganancias de peso diarias de 360 gr/día frente a valores de 383 gr/día registrados en las Hereford. Esta diferencia es muy pequeña teniendo en cuenta que las vaquillonas BCU partieron de un peso 18% menor que las Hereford, hecho que se puede explicar por la tendencia de registrar mayores ganancias relativas ($p < 0,058$), al igual que se menciona en el antecedente a mismo rango de edad en novillos BCU (Armstrong et al., 2021).

Los valores de ganancia de peso de las vaquillonas BCU fueron superiores a los registrados por los novillos del antecedente tomado como referencia (Armstrong et al.,2021). Esta diferencia de valores entre dos ensayos medidos en pastizales naturales de Uruguay, se puede explicar porque en el antecedente se describe una condición de manejo con marcadas restricciones estacionales de forraje, en contraposición a esta tesis donde la altura de forraje se mantuvo en los rangos recomendados para obtener elevados consumos de forraje y ganancias de PV. Siendo el manejo de la estructura del forraje un factor importante para la ganancia de peso en la etapa de recría de bovinos (Bremm et al., 2017), cabe destacar que las vaquillonas BCU lograron ganancias de peso superiores en otoño y primavera también en comparación con antecedentes en otras razas en que realizaron un manejo óptimo de la estructura de la pastura para ganancia de peso (0,699 y 0,490 kg/día vs 0,290 y 0,400 kg/día para otoño y primavera respectivamente) (Bremm et al.,2017). Esto permite concluir que se podrían obtener altas ganancias de peso en BCU pastoreando pastizales naturales en buenas condiciones de manejo.

CONCLUSIONES

Las vaquillonas BCU presentan diferencias frente a las Hereford en el uso de los estratos del pastizal, en el uso de las zonas del potrero y en el movimiento.

Las vaquillonas BCU realizaron una mayor proporción de bocados en el estrato alto del pastizal y menor proporción en el estrato bajo en comparación con su control. Se registraron bocados en vegetación más leñosa y ramoneo en árboles en vaquillonas BCU que no fueron registrados en Hereford.

Las vaquillonas BCU registraron mayores distancias recorridas, mayores áreas exploradas, mayor velocidad y sinuosidad en comparación con las Hereford. Diferencias que fueron mayores en otoño para la mayoría de las variables y encontradas también en invierno para las variables distancia recorrida y velocidad.

Los comportamientos observados por las vaquillonas BCU se relacionaron con mayores ganancias de peso relativas en otoño y una numéricamente menor pérdida de peso relativa en invierno. Esto indica ventajas adaptativas en el BCU asociadas a cómo exploran el espacio y usan la vegetación de Campos en las estaciones de menor producción de forraje.

Se destaca encontrar diferencias entre las dos razas estudiadas incluso en condiciones de manejo óptimo de la estructura del forraje. En número, duración y pasos entre EAs, así como número de bocados por EA y bocados por minuto no se encontraron diferencias raciales.

En cuanto al crecimiento de las vaquillonas BCU se encontró un perfil de PV y CC característico para esta categoría en pastizales naturales de la región y similar al registrado en novillos de la misma raza. No se registraron diferencias de ganancias de peso absolutas entre las dos razas considerando el período experimental completo, aun siendo que ambas razas presentan pesos vivos significativamente diferentes.

Implicancias

Los resultados de este estudio contribuyen a la valorización, a través de la caracterización científica, de la raza BCU. La mayor adaptación y buena respuesta productiva, conjuntamente a la ya demostrada diversidad genética, hace de la BCU una raza versátil y valiosa que es imperioso conservar.

La mejor adaptación de las vaquillonas BCU a las épocas de menor cantidad y/o concentración de nutrientes del forraje es especialmente valioso en el contexto de aumento de la variabilidad climática (McIntosh et al., 2023).

Las estrategias de pastoreo encontradas en las vaquillonas BCU, conjuntamente con los valores destacables de ganancia de peso y ganancia relativa (indicador parcial de eficiencia), podrían tener importantes implicancias en la conservación del ecosistema pastizal. En un contexto actual en donde los productores de la región identifican una menor rentabilidad relativa de la ganadería sobre Campo Natural frente a otras opciones como la principal causa de la disminución de la superficie de campo natural en el territorio (Formoso et al., 2020), el biotipo BCU como raza localmente adaptada representa un recurso plausible de ser considerado como herramienta en el manejo sostenible de los pastizales naturales nacionales.

Es conocido que Uruguay, como país exportador, se promociona como productor de carne de alta calidad y por sistemas de producción más amigables con el medio ambiente. Sistemas que incluyan al bovino Criollo Uruguayo posibilitará acceder a nichos de mercado especializados alineados a las tendencias de valorización de productos locales, sustentables, sostenibles y de bajo impacto.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abbiati, N., Fernández, E., María Aulicino, J., Martínez, R., Rodríguez, D., & Ferrari, C. (2012). Evaluación de la producción de carne de ganado criollo patagónico. *Revista MVZ Cordoba*, 17(2). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000200013
- Agreil, C., & Meuret, M., (2004). An improved method for quantifying intake rate and ingestive behavior of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. *Small Ruminant Research*, 54, 99–113.
- Aharoni, Y., A., Dolev, Z., Henkin, Y., Yehuda, A., Ezra, E. D., Ungar, A., ... Brosh. (2013). Foraging behavior of two cattle breeds, a whole-year study: I. Heat production, activity, and energy costs. *Journal of Animal Science*, 91,1381–1390.
- Altesor, A., Ayala,W., & Paruelo, J. M. (2011). *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*. Montevideo: INIA.
- Anderson, D. M., & Kothmann, M. M. (1980). Relationship of distance traveled with diet and weather for Hereford heifers. *Journal of Range Management*, 33(3), 217-220.
- Anderson, M., Estell, R., González, A., Cibils, A., & Torell, A. (2015). Criollo Cattle: Heritage Genetics for Arid Landscapes. *Rangelands*, 37(2), 62–67. doi: 10.1016/j.rala.2015.01.006
- Armstrong, E., Fila, D., Boggio, J., Aragunde, R., Saravia, F., Isaurralde, A., ... Dattele, G. (2021). Análisis preliminar de crecimiento, calidad de la canal y de la carne de novillos Criollo Uruguayo en comparación con novillos Hereford. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(34), 181–190.
- Armstrong, E., Iriarte, A., Martínez, A., Feijoo, M., Vega Pla, J.L., Delgado, J.V., & Postiglioni, A. (2013). Genetic diversity analysis of the Uruguayan Creole cattle breed using microsatellites and mtDNA markers. *Genetics and Molecular Research*, 12, 1119–1131. doi: 10.4238/2013.April.10.7
- Armstrong, E., & Postiglioni, A. (2010). Bovinos y ovinos Criollos del Uruguay. Estudios y perspectivas. *Agrociencia (Uruguay)*, 14(3), 33-41.
- Asner, G., Elmore, A., Olander, L., Martin, R., & Harris, T. (2004). Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annual Review of Environment and Resources*, 29, 261-299.

- Baggio, R., Overbecka, G., Durigand, G., & Pillar, V. (2021). To graze or not to graze: A core question for conservation and sustainable use of grassy ecosystems in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3), 256-266.
- Bailey, D. W., Gross, J. E., Laca, E. A., Rittenhouse, L. R., Coughenour, M. B., Swift, D. M., & Sims, P. L. (1996). Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49(5), 386-400.
- Brazeiro, A., Panario, D., Soutullo, A., Gutiérrez, O., Marley, A., & Morente, P. (2012). *Clasificación y delimitación de las eco-regiones de Uruguay. Informe Técnico* (Informe técnico). Montevideo: Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/ Sociedad Zoológica del Uruguay/CIEDUR.
- Bremm, C., Rosa, F., & Machado, R. (2017). Desempenho animal em campo nativo. En P. Carvalho, M. Osório, C. Bremm, O. Bonnet, J. da Trindade, F. da Rosa, T. de Freitas, & F. Gomes (Ed.), *Nativão: 30 anos de pesquisa em campo nativo* (pp. 481-487). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Broom, D. (1986) Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, 142, 524-526.
- Castano-Sanchez, J., Rotz, A., McIntosh, M., Tolle, C., Gifford, C., Duff, G., Spiegel, S. (2023) Grass finishing of Criollo cattle can provide an environmentally preferred and cost effective meat supply chain from United States drylands. *Agricultural Systems* 210 103694 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103694>
- Cibils, A., Estell, R., Spiegel, S., Nyamuryekung, S., McIntosh, M., Duni, D., ...Gonzales, A. (2023). Adapting to climate change on desert rangelands: A multi-site comparison of grazing behavior plasticity of heritage and improved beef cattle. *Journal of Arid Environments*, 209, 104886. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104886>
- Coates, D., & Penning, P. (2000). Measuring Animal Performance. En L 't Mannelje, & R.M. Jones (Eds.), *Field and Laboratory methods for grassland and animal production research* (pp.353-402). Wallingford: CAB International.
- Coughenour, M.B. (1991). Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching and native ungulate ecosystems. *Journal of Range Management*, 44(6), 530-542.
- Do Carmo, M. (2016). Mejorando el campo natural: ajuste de la oferta de forraje a escala predial. En Mesa de Ganadería sobre Campo Natural-INIA,

Producción animal sostenible en pastoreo sobre campo natural (pp. 84-88). Montevideo: MGAP.

- Do Carmo, M., Cardozo, G., Mecatti, F., Soca, P., & Hirata, M. (2020). Number of samples for accurate visual estimation of mean herbage mass in Campos grasslands. *Agronomy Journal*, 112(4), 2734-2740.
- Enyinnaya, J. C. (2016). *A case study of the economics of criollo cattle production in the deserts of Southern New Mexico*. Las Cruces: New Mexico State University.
- Estell, R. E., Nyamuryekung'e, S., James, D. K., Spiegel, S., Cibils, A. F., Gonzalez, A. L., ... Romig, K. (2022). Diet selection of Raramuri Criollo and Angus x Hereford crossbred cattle in the Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments*, 205, 104823.
- Flores, R. (1983). *Applying the concept of feeding stations to the behavior of cattle grazing variable amounts of available forage* (Tesis de maestría). Utah State University, Logan. Recuperado de <https://digitalcommons.usu.edu/etd/3516>
- Friard, O., & Gamba, M. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1325–1330. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>
- Gibb, M., Huckle, C., & Nuthall, R. (1998). Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*, 53(1), 41–46. doi:10.1046/j.1365-2494.1998.00102.x
- Gonçalves, E. (2007). *Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da depressão central do rio grande do sul* (Tesis). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Gonçalves, E., Carvalho, P., & Devincenzi, T. (2009). Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: path patterns and feeding stations. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2121–2126.
- Herrera, O. (2018). *Comportamiento en pastoreo del ganado bovino criollo argentino y aberdeen angus ecotipo riojano, en pastizales naturales del chaco árido* (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Hessle, A., Dahlström, F., Bele, B., Norderhaug, A., & Söderström, M. (2014). Effects of breed on foraging sites and diets in dairy cows on mountain

pasture. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 10(4), 334–342.

Instituto Nacional de Meteorología. (s.f.). *Tablas estadísticas*. Recuperado de <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>

Isaurralde, A., Poncet, A., & Saravia, F. (2022). *Validación de la escala de condición corporal de ganado de carne para el Bovino Criollo Uruguayo* (Tesis de grado). Udelar, Montevideo.

Machado, F. (2020). Análisis del patrón de pastoreo de vacas de cría frente a cambios en la oferta de forraje de campo natural (Tesis de maestría). Facultad de Agronomía, UdelaR, Montevideo.

Marquardt, S., Soto, D., & Joaquin, N. (2018). Foraging behavior of criollo vs. brahman × criollo crossbreds in the bolivian chaco: Case study. *Rangeland Ecology & Management*, 71(6), 757-761.

McIntosh, M., Cibils, A., Estell, R., Gong, Q., Cao, H., Gonzalez, A., ... Spiegel, S. (2021). Can cattle geolocation data yield behavior-based criteria to inform precision grazing systems on rangeland? *Livestock Science*, 255, 104801. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104801>

McIntosh, M., Spiegel, S., McIntosh, S., Castaño Sanchez, J., Estell, R., ...Brown., J. (2023) Matching beef cattle breeds to the environment for desired outcomes in a changing climate: A systematic review. *Journal of Arid Environments*, 211, 104905. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104905>

Ministerio de Ambiente. (2022). *Día Nacional del Campo Natural Uruguayo*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/dia-nacional-del-campo-natural-uruguayo#dropdown>

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2023). *Consulta CONEAT*. Recuperado de <https://web.renare.gub.uy/js/visores/coneat/>

Namur, P., & Ferrando, C. (2007). *Rendimiento carnícano y su relación con las formas externas en bovinos Criollos, Británicos y sus cruza*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/55-rendimiento.pdf

Nyamuryekung, S., Cibils, A., Estell, R., VanLeeuwen, D. Spiegel, S., Steele, C., ... 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.

- Oficina de Programación y Política Agropecuaria. (2016). *Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional*. Montevideo: MGAP
- Paparamborda, I., Dogliotti, S., Soca, P., & Rossing, W. (2023). A conceptual model of cow-calf systems functioning on native grasslands in a subtropical región. *Animal*, 17(10), 100953. doi: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100953>
- Paruelo, J., Lezama, F., Baeza, S., Pereira, M., & Altesor, A. (2020). Campo natural: ¿es todo lo mismo? Las comunidades de pastizal natural de Uruguay. *Revista INIA*, (62). Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14731/1/Revista-INIA-62-S-etiembre-2020-p-32-37.pdf-Perez>
- Peinetti, H.R., Fredrickson, E.L., Peters, D.P.C., Cibils, A.F., Rocho-Estrada, J.O., & Laliberte, A.S., (2011) .Foraging behavior of heritage versus recently introduced herbivores on desert landscapes of the American Southwest. *Ecosphere*, 2, 1–14. <https://doi.org/10.1890/>
- Rocho-Estrada, J.O. (2008). Uso del hábitat por Ganado Criollo Mexicano vs Ganado Europeo en ambientes de Nuevo México y Chihuahua (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Rodríguez M., Fernández, G., Silveira C. (2004) Caracterización morfológica de los Bovinos Criollos uruguayos del Parque de San Miguel. *Veterinaria*, (Montevideo) 39 (155-156): 39-42
- Roguet, C., Dumont, B., & Prache, S. (1998). Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. *Annales de Zootechnie*, 47(4), 225-244.
- Sawalhah, M., Cibils, A., Maladi, A., Cao, H., Vanleeuwen, D., Holechek, J., ... Petersen, M. (2016). Forage and weather influence day versus nighttime cow behavior and calf weaning weights on rangeland. *Rangeland Ecology & Management*, 69(2), 134–143.
- Senft, R. L., Coughenour, M. B., Bailey, D. W., Rittenhouse, L. R., Sala, O. E., & Swift, D. M. (1987). Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience*, 37(11), 789–799. <https://doi.org/10.2307/1310545>
- Senft, R.L., Rittenhouse, L.R., & Woodmansee, R.G. (1985). Factors influencing patterns of cattle grazing behavior on shortgrass steppe. *Journal of Range Management*, 38, 82-87.
- Spiegel, S., Cibils, A., Bestelmeyer, B., Steiner, J., Estell, R., Archer, D., ... Waterhouse, A. (2020). Beef production in the southwestern united

states: strategies toward sustainability. *frontiers in sustainable food systems*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 114.

Spiegel, S., Estell, R. E., Cibils, A. F., James, D. K., Peinetti, H. R., Browning, D. M., ... Bestelmeyer, B. T. (2019). Seasonal divergence of landscape use by heritage and conventional cattle on desert rangeland. *Rangeland Ecology & Management*, 72(4), 590-601.

Spiegel, S., Nyamurekung'e, S., Estell, R., Cibils, A., McIntosh, M., Gonzalez, A., & James, D. (2017). Comparison of diet selection by Raramuri Criollo and Angus crossbreeds in the Chihuahuan Desert. *Journal of Animal Science*, 95, 142.

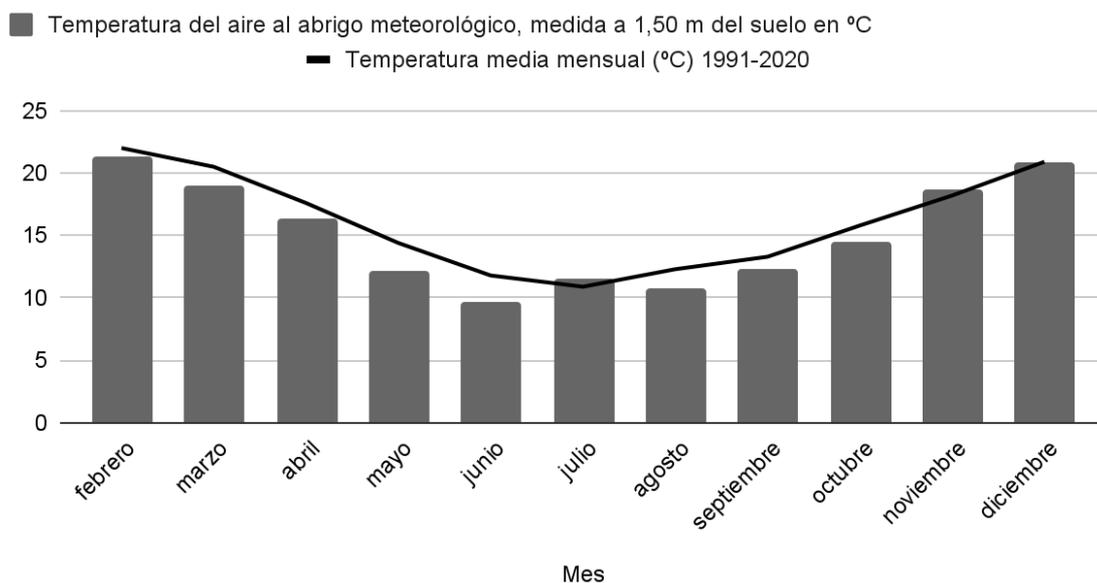
Statistical Analysis Software. (2013). *Users' Guide Statistics (Version 9.4.)*. Cary: SAS Institute Inc.

Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

10. ANEXOS

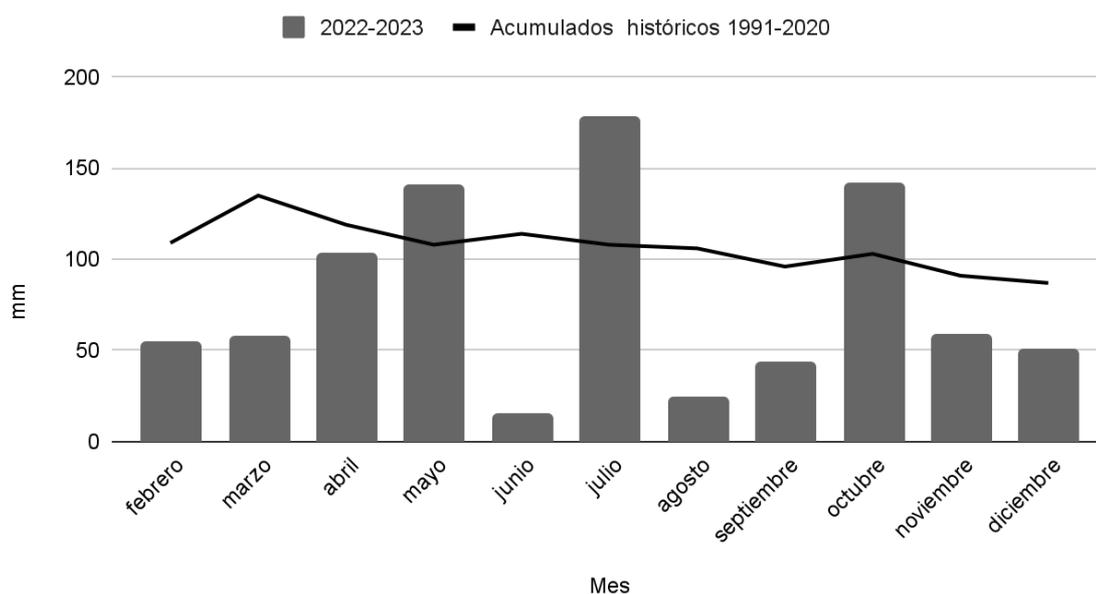
Anexo 1. Registros de temperatura media mensual para el año 2022

Temperatura media mensual (°C)



Anexo 2. Registro de precipitaciones mensuales durante el período experimental

Precipitaciones mensuales



Anexo 3. Composición botánica de estratos del pastizal

El estrato bajo se compone principalmente por las especies *Paspalum notatum* (Pasto horqueta), *Paspalum dilatatum* (Pasto miel), *Cynodon dactylon* (Gramilla), *Piptochaetium montevidense*, *Sporobolus indicus*, *Bothriochloa laguroides*, *Lolium multiflorum* (Raigrás), *Axonopus affinis* (Pasto chato) y otras

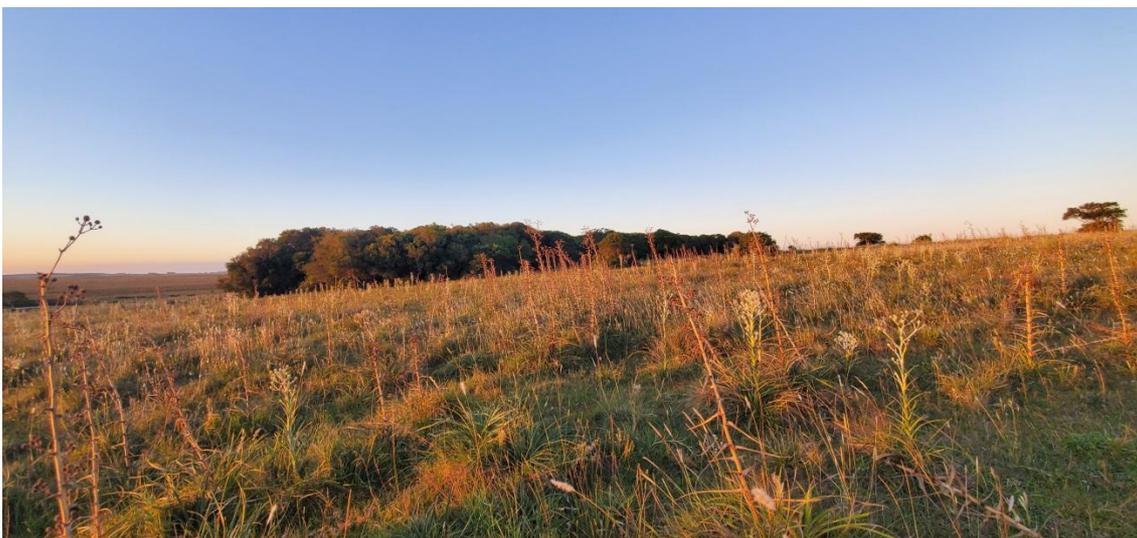
familias de herbáceas como *Richardia humistrata*, *Apium* sp. (Apio), *Trifolium* *Trifolium* sp. (Trébol), *Oxalis* sp (Macachín), *Verbena* sp., entre otras (Molina y Alonso, 1997). El estrato alto por su parte está compuesto por las gramíneas como *Paspalum quadrifarium*, *Calamagrostis montevidensis*, *Schizachyrium microstachyum* (Cola de zorro), *Saccharum angustifolium* (Paja estrellada), *Andropogon Lateralis* Ness (Canutillo) y arbustos y subarbustos como *Senecio* spp., *Baccharis trimera* (Carqueja), *Colletia spinosissima* (Espina de la cruz), *Eryngium paniculatum* (Caraguatá), *Eryngium horridum* (Cardilla) y *Eupatorium buniifolium* (Chirca) (Molina y Alonso, 1997).

Anexo 4. Fotografías de las zonas del potrero

Zona “Alto”



Zona “ladera”



Zona “maciegas”



Zona “bajo”



Anexo 5. Mediciones de altura de la pastura, utilizando la metodología de máxima concentración con regla centimetrada (Do Carmo et al., 2020)



Izquierda: Ubicación de las transectas muestreadas. Centro: Medición de altura de la pastura con regla en zona alto (invierno). Derecha: Medición de altura de la pastura con regla en zona ladera (primavera)

Anexo 6. Etograma formulado en el software Boris

Invierno 2do día Criolla 3658 PM - Invierno 2do día PM - BORIS

File Observations Playback Tools Analysis Help

Key	Code	Type	Description	Category
1 a	Estación de alimentación	State event	La colección de plantas disponibles a la vaquillona sin mover sus patas delanteras	Estación de ...
2 p	Pasos	Point event	Pasos entre estación de alimentación	Estación de ...
3 q	Estrato alto	Point event	Bocado en Estrato alto	Estación de ...
4 z	Estrato bajo	Point event	Bocado estrato bajo	Estación de ...
5 3	Maciegas	Point event	Bocado en maciega	Estación de ...
6 r	Ramoneo	Point event	Bocado ramoneando arbusto	Estación de ...
7 o	Subarbustos	Point event	Bocado en cardilla, carquejas y otras plantas subarbutivas	Estación de ...

Anexo 7: Procesamiento de videos utilizando software Boris

Invierno 1er día Criolla 0583 AM - Invierno 1er día AM - BORIS

File Observations Playback Tools Analysis Help

Key	Code	Type	Description
1 a	Estación de ...	State event	La colección de plantas ...
2 p	Pasos	Point event	Pasos entre estación de ...
3 q	Estrato alto	Point event	Bocado en Estrato alto
4 z	Estrato bajo	Point event	Bocado estrato bajo
5 3	Maciegas	Point event	Bocado en maciega
6 r	Ramoneo	Point event	Bocado ramoneando ...
7 o	Subarbustos	Point event	Bocado en cardilla, ...

time	subject	code	type
221 00:03:22.413	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
222 00:03:23.276	Cr 0583 Inv	Estación de ...	STOP
223 00:03:23.526	Cr 0583 Inv	Estación de ...	START
224 00:03:23.753	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
225 00:03:24.311	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
226 00:03:25.018	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
227 00:03:25.539	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
228 00:03:26.280	Cr 0583 Inv	Estación de ...	STOP
229 00:03:26.775	Cr 0583 Inv	Estación de ...	START
230 00:03:27.028	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
231 00:03:27.884	Cr 0583 Inv	Estrato bajo	
232 00:03:28.778	Cr 0583 Inv	Estación de ...	STOP
233 00:03:29.275	Cr 0583 Inv	Estación de ...	START

Subjects

Key	Name
13 r	Cr 0583 Inv
14 t	Cr 3658 Inv

VID_20220917_091524.mp4: 00:03:28.108 / 00:11:17.276
Focal subject: Cr 0583 Inv
Estación de alimentación

En la captura de pantalla se puede apreciar a la izquierda el etograma codificado para cada variable. Las variables de estado (estación de alimentación) se registró inicio y fin, y el resto de las variables fueron clasificadas como puntuales (Pasos y bocados en los diferentes estratos). Centro: video de la vaquillona pastoreando en donde se puede apreciar el apoyo/levante de sus parejas delanteras y la ubicación de los bocados. Derecha: Tabla de eventos.

Anexo 8: Resultados de evaluación de la reproducibilidad y repetibilidad intra e inter observadores del protocolo de observación de videos

Variable	Reproducibilidad	Repetitividad
N° de EA	0,95	0,94
N° de bocados	0,71	0,71
Tipo de bocado	0,85	0,86
N° de pasos	0,89	0,86