

COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DEL GANADO BOVINO CRIOLLO ARGENTINO Y ABERDEEN ANGUS ECOTIPO RIOJANO, EN PASTIZALES NATURALES DEL CHACO ÁRIDO.

Oscar Ariel Herrera Conegliano

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al Título de

MAGISTER SCIENTIAE en PRODUCCIÓN ANIMAL

Área de Sistemas de Producción Animal

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

Balcarce, Argentina

Julio, 2018

COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DEL GANADO BOVINO CRIOLLO ARGENTINO Y ABERDEEN ANGUS ECOTIPO RIOJANO, EN PASTIZALES NATURALES DEL CHACO ÁRIDO

Oscar Ariel Herrera Conegliano

Comité asesor:

.....

Ph. D. Andrés Cibils

Director de Tesis

.....

Ph. D. Patricia Ricci

Co-directora de tesis

.....

M.Sc. María Gabriela Cendoya

Asesora

.....

Dr. Florencia Jaimes

Asesora

.....

Dr. Lisandro Javier Blanco

Asesor

COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DEL GANADO BOVINO CRIOLLO ARGENTINO Y ABERDEEN ANGUS ECOTIPO RIOJANO, EN PASTIZALES NATURALES DEL CHACO ÁRIDO.

Oscar Ariel Herrera Conegliano

Aprobada por:

.....

Ph. D. Roberto Distel

.....

Ph. D. Raúl Peinetti

.....

M.Sc. Raúl Emiliano Quiroga

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida.

A mis padres por guiarme y acompañarme en mis decisiones de vida.

A mi esposa y amiga Silvana, a mis dos princesas Clarita y Amanda, por sus renunciaciones y acompañamiento durante este proceso de formación profesional y de crecimiento familiar. Gracias por ser parte de mi vida.

A Hugo, Silvina y Vicky por su apoyo y acompañamiento familiar.

A Andrés Cibils y Patricia Ricci por sus enseñanzas, tiempo y dedicación como directores de tesis.

A Gabriela Cendoya, gracias por la paciencia, dedicación y las enseñanzas durante el desarrollo de esta tesis.

A Florencia Jaimes, gracias por las enseñanzas y el tiempo dedicado durante el desarrollo de esta tesis.

A Carlos Ferrando y Lisandro Blanco por su confianza y consejos que ayudaron a cumplir con los diversos compromisos laborales surgidos en el tiempo de desarrollo de esta tesis.

A Felipe Díaz, por el manejo y orden en la administración de los fondos de tesis.

A Ernesto Pelliza (tito) por su amistad y hospitalidad durante los viajes de tesis.

A Jose Tessi por facilitarme las tareas de campo.

Juan agüero, Luis Guzmán, por su ayuda y aportes.

Al personal del campo anexo los Cerrillos, por su ayuda en la realización de las tareas de campo.

A los revisores, Roberto Distel, Raúl Peinetti y Emiliano Quiroga por sus valiosas sugerencias hacia éste trabajo.

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) por darme la oportunidad de capacitarme y financiar esta tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE	V
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Presentación del problema.....	1
1.2. Hipótesis	4
1.3. Objetivo general	5
1.4. Objetivos específicos	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Los pastizales áridos.....	6
2.2. Breve historia de los bovinos Criollos y Aberdeen Angus en América Latina.....	6
2.3. Distribución del pastoreo	8
2.4. Patrones espaciales de distribución	9
2.4.1. Distancias diarias recorridas.....	9
2.4.2. Área explorada.....	10
2.4.3. Índice de sinuosidad.....	10
2.5. Actividades diarias del bovino en pastoreo.....	11
2.5.1. Tiempo en pastoreo, descanso y desplazamiento	11

2.5.2. Uso de sectores ubicados a distinta distancia de la aguada.....	12
2.5.3. Frecuencia de visita a la aguada	13
2.6. Selección de unidades de vegetación del potrero.....	14
2.6.1. Características de la vegetación.....	14
2.7. Uso de collares con GPS en estudios de comportamiento animal.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Área de estudio	16
3.2. Clima.....	16
3.3. Suelo.....	17
3.4. Vegetación	17
3.5. Animales en estudio	19
3.6. Mediciones	19
3.6.1. Mediciones de variables meteorológicas	19
3.6.2. Caracterización de la vegetación del potrero en estudio e identificación de comunidades del pastizal.....	20
3.6.2.1. Caracterización florística de las comunidades del pastizal en estación húmeda y seca	21
3.6.2.2. Caracterización forrajera de las unidades de vegetación del pastizal en estación húmeda y seca	22
3.7. Mediciones sobre los animales.....	22
3.7.1. Duración y descripción de las etapas de monitoreo.....	22
3.7.1.1. Estudio del desplazamiento animal en pastoreo extensivo	24
3.7.1.2. Distancias diarias recorridas.....	25

3.7.1.3. Frecuencia de visita a la aguada	25
3.7.1.4. Uso de sectores del potrero ubicados a distinta distancia de la aguada	26
3.7.1.5. Área explorada diariamente.....	26
3.7.1.6. Índice de sinuosidad.....	27
3.7.2. Mediciones en la asociación animal- vegetación	27
3.7.2.1. Selección de unidades de vegetación del área en pastoreo según índice de Ivlev	27
3.8. Análisis estadísticos	28
4. RESULTADOS	30
4.1. Datos meteorológicos.....	30
4.2. Vegetación	31
4.2.1. Caracterización de las unidades de vegetación del pastizal	31
4.2.2. Caracterización de la disponibilidad forrajera por unidad de vegetación.....	33
4.2.3. Caracterización nutricional de unidades de vegetación	34
4.3. Animales	37
4.3.1. Distancia diarias recorridas	37
4.3.2. Área explorada.....	38
4.3.3. Índice de sinuosidad.....	39
4.4. Actividades diarias	40
4.4.1. Tiempo diario dedicado a pastoreo, descanso y desplazamiento	40
4.4.2. Frecuencia de visita a la aguada	42
4.4.3. Uso de sectores del potrero ubicados a distinta distancia de la aguada	43

4.5. Asociación Vegetación-Animal	45
4.5.1. Selección de unidades de vegetación	45
5. DISCUSIÓN	47
5.1. Selección de unidades de vegetación	47
5.2. Patrones espaciales de distribución	53
5.3. Actividades diarias del bovino en pastoreo.....	55
6. CONCLUSIONES	60
7. IMPLICANCIAS	61
8. BIBLIOGRAFÍA	62
9. ANEXO	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Secuencias de cada etapa de monitoreo animal con collares GPS en las estaciones de verano e invierno 2016.....	24
Cuadro 2: Variables estudiadas, con sus respectivas unidades, transformaciones y modelo ajustado.	29
Cuadro 3: Superficie (ha) y aporte relativo (%) de las UV a la superficie total en pastoreo. (1183 ha).	32
Cuadro 4: Cobertura y Densidad según grupos funcionales de la vegetación, mantillo, y suelo desnudo presentes en los censos de vegetación de verano e invierno realizados en cada UV del pastizal.	32
Cuadro 5: Disponibilidad forrajera (media \pm 1 error estándar) expresada en kg MS/ha por UV de latifoliadas (incluyendo especies leñosas y herbáceas).	33
Cuadro 6: Disponibilidad de gramíneas, (media \pm 1 error estándar) expresada en kg MS/ha por UV	34
Cuadro 7: Contenido promedio de proteína bruta, (media \pm 1 error estándar) por grupo (latifoliadas y gramíneas) durante verano e invierno.....	34
Cuadro 8: Contenido promedio de proteína bruta (media \pm 1 error estándar), y fibra detergente neutra (%), fibra detergente acida (%) para latifoliadas para las distintas UV (unidades de vegetación) durante verano e invierno.....	35
Cuadro 9: Contenido promedio de proteína bruta (media \pm 1 error estándar), y fibra detergente neutra (%), fibra detergente acida (%) para las gramíneas en las distintas UV (unidades de vegetación) durante Verano e Invierno	36
Cuadro 10: Distancia diaria recorrida, (media \pm 1 error estándar) por el ganado Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno en un potrero de pastizal natural	37
Cuadro 11: Área explorada (ha/día) por ganado Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno, estimados por el método del polígono mínimo convexo (Log área explorada \pm 1 error estándar)	38
Cuadro 12: Índice de sinuosidad en el recorrido del ganado Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno (media \pm 1 error estándar)	40
Cuadro 13: Promedios estimados del tiempo diario (hs/día), (media \pm 1 error estándar) dedicado al pastoreo por Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e Invierno pastoreando un potrero de pastizal natural (1183 ha).....	41
Cuadro 14: Promedios estimados del tiempo diario (hs/día) dedicado al descanso por Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e Invierno pastoreando un potrero de pastizal natural (1183 ha) (media \pm 1 error estándar).....	41

Cuadro 15: Promedios estimados del tiempo diario (hs/día) dedicado al desplazamiento por Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e Invierno pastoreando un potrero de pastizal natural (1183 ha) (media \pm 1 error estándar)..... 42

Cuadro 16: Frecuencia de visita a la aguada (veces/día) de vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno (media \pm 1 error estándar) 43

Cuadro 17: Uso del sector más cercano a la aguada, (media \pm 1 error estándar) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno..... 43

Cuadro 18: Uso del sector de media distancia a la aguada (1600 – 3600 m), (media \pm 1 error estándar) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno. 44

Cuadro 19: Uso del sector alejado de la aguada (> 3600 m) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno (media \pm 1 error estándar) 45

Cuadro 20: Índice de electividad de Ivlev (E) (media \pm 1 error estándar) para unidades de vegetación (UV) durante el pastoreo de verano (V) e invierno (I) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA)..... 46

Cuadro 21: Superficie (ha) y aporte relativo (%) de cada unidad de vegetación en los sectores según la distancia a la aguada. 46

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Localización geográfica del sitio de estudio, en color amarillo potrero del estudio (Potrero 9) y en azul aguada. Campo anexo Los Cerrillos INTA EEA La Rioja (Lat.29°58'19,86"S, Long.65°52'55.84"O).....16
- Figura 2:** Promedio histórico de precipitación (Pp) mensual, serie 1978-2015 en el campo anexo Los Cerrillos. Fuente: Grupo de Clima, Suelo y Agua. INTA-EEA-La Rioja.....17
- Figura 3:** Visualización de los tres estratos presentes en la región de los Llanos (árboles, arbustos y herbáceas perennes y anuales). Campo anexo Los Cerrillos INTA EEA La Rioja (Lat. 29°56'44,25"S, Long. 65°51'20,52"O).....18
- Figura 4:** Pastos perennes de amplia difusión en el distrito de Los Llanos. De izquierda a derecha: pasto de hoja (*Chloris ciliata*), pasto criollo (*Pappophorum phillippianum*), pasto raíz (*Trichloris crinita*) y cola de zorro (*Setaria pampeana*). Adaptado de Biurrun(2012).....18
- Figura 5:** Vaca Aberdeen Angus Ecotipo Riojano (a) y vaca Criollo Argentino (b) con ternero al pie.19
- Figura 6:** Mapa de vegetación preliminar mostrando las unidades de vegetación (UV) presentes en el potrero de estudio. El nombre de cada UV es provisorio.....21
- Figura 7:** Collar Gps para monitoreo animal.....23
- Figura 8:** Vacas con collares GPS y con ternero al pie. Izquierda AA y derecha CrA.....24
- Figura 9:** Precipitación ocurridas durante el año de monitoreo animal con collares GPS y relevamiento de la oferta forrajera.....30
- Figura 10:** Temperaturas ocurridas durante el año de monitoreo animal con collares GPS y relevamiento de la oferta forrajera.....30
- Figura 11:** Distribución espacial del recorrido total de 2-5 vacas Aberdeen Angus (AA) y 2-5 Criollo Argentino (CrA) durante las dos estaciones evaluadas. Las líneas en semicírculo marcan los límites de distancia a la aguada (<1600, entre 1600-3200 y >3200 m, siendo cerca, medio y lejos de la aguada respectivamente).....39

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso espacial y temporal del pastizal natural por dos razas de ganado bovino, Criollo Argentino (CrA) y Aberdeen Angus Ecotipo Riojano (AA), en dos estaciones del año contrastantes en disponibilidad y calidad forrajera (verano e invierno). El estudio se desarrolló en un potrero de 1.183 ha de pastizal natural en el campo anexo Los Cerrillos, INTA-La Rioja (Lat. 29°58'19,86"S, Long. 65°52'55,84"O). En verano (crecimiento vegetativo) e invierno (reposo vegetativo) del 2016, el potrero fue pastoreado por 52 vacas con ternero al pie, de las cuales se monitorearon 5 vacas de cada raza (n=5). Las 10 vacas se monitorearon simultáneamente 40 días en verano (24/02/16 al 04/04/16) e invierno (16/06/16 al 28/07/16). La posición de cada animal se registró a tiempos fijos de 10 min usando collares (GPS) sobre el animal. El análisis estadístico se realizó mediante modelos lineales de efectos mixtos para medidas repetidas en el tiempo. El ganado CrA recorrió mayores distancias diarias en invierno que en verano ($p=0,0274$), mientras que en el ganado AA no se encontraron diferencias significativas entre estaciones ($p=0,8995$). Además, el ganado CrA exploró mayores áreas en invierno que en verano ($p=0,0001$), en cambio el ganado AA no presentó diferencias entre estaciones ($p=0,7253$). El ganado AA exploró mayores áreas que CrA en verano ($p=0,0094$), mientras que durante el invierno no se encontraron diferencias significativas entre razas ($p=0,2729$). El índice de sinuosidad (1= trayectoria recta; 0 = trayectoria de máxima sinuosidad) fue menor en raza CrA que en AA ($p=0,0412$), y fue menor en verano que en invierno ($p=0,027$). El tiempo diario dedicado al desplazamiento fue mayor en raza AA que en CrA ($p=0,0009$), y fue mayor en invierno que en verano ($p=0,0109$). El tiempo diario dedicado a pastoreo no fue diferente entre razas ($p=0,8182$), ni entre estaciones ($p=0,4635$). El tiempo diario dedicado al descanso tampoco difirió entre razas ($p=0,8953$), ni entre estaciones ($p=0,7834$). La frecuencia de visitas a la aguada fue mayor, en animales CrA que en AA ($p<0,0001$), y mayor en verano que en invierno ($p=0,0021$). El tiempo de uso del sector cercano a la aguada (<1600 m) fue mayor en la raza CrA que AA ($p=0,0002$), y fue mayor en verano que en invierno ($p=0,0025$). El tiempo de uso del sector de intermedia distancia de la aguada (1600-3600 m), no difirió entre razas ($p=0,2530$), pero sí entre estaciones, el ganado AA presentó mayor uso de este sector en verano que en invierno ($p=0,0113$), mientras que CrA no difirió en el uso entre estaciones ($p=0,2350$). El ganado AA presentó mayor uso del sector más alejado de la aguada (>3600 m) que el ganado CrA ($p=0,0023$), además el uso de este sector fue mayor en invierno ($p<0,0001$) que en

verano. La selección de unidades de vegetación (UV) por parte de las razas presentó variaciones entre estaciones y entre razas. Durante el verano ambas razas seleccionaron en mayor medida UV cercanas a las aguadas, evitando UV ubicadas lejos de la aguada, siendo ésta característica más pronunciada en animales CrA que en AA. En cambio durante el invierno, ambas razas tendieron a seleccionar UV alejadas de la aguada, siendo ésta característica más pronunciada en AA que en CrA. Los animales de la raza CrA exhibieron mayor cambio relativo en la estrategia de pastoreo a través del año, aparentemente ajustando sus patrones de distribución en respuesta a los cambios estacionales en disponibilidad y calidad del forraje. El ganado Aberdeen Angus Ecotipo Riojano con más de 40 años de pastoreo en la zona, mostró menor plasticidad en los patrones estacionales de pastoreo, siendo consistente en el uso entre estaciones.

Palabras clave: razas bovinas, pastizal natural, distribución espacial del pastoreo, actividad animal, selección de vegetación.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare spatial and temporal rangeland use patterns of two breeds of cattle, Criollo Argentino (CrA) and Aberdeen Angus Riojano Ecotype (AA), in summer and winter. The study was conducted in a 1.183 ha rangeland pasture at INTA-La Rioja Los Cerrillos Ranch (Lat 29 ° 58'19.86 "S, Long 65 ° 52'55.84' ' O). In summer (growing season) and winter (dormant season) of 2016, 52 cow-calf pairs grazed the paddock. Five AA and five CrA randomly selected cows were fitted with GPS collars and were monitored for 40 days in summer and winter. The position of each animal was recorded at 10 min intervals. Data were analyzed using mixed linear models for repeated measures. CrA cattle traveled farther in winter than summer ($P=0.03$), whereas AA cattle traveled similar distances in both seasons ($P=0.90$). Both breeds traveled similar distances on any given day in both summer ($P=0.45$) and winter ($P=0.13$). CrA cattle explored larger areas ($P < 0.01$) in winter than in summer, whereas AA cows explored similar areas ($P=0.73$) in both seasons. During summer AA cows explored larger daily areas ($P=0.01$) than CrA cows but in winter both breeds explored similar ($P=0.27$) areas of the pasture on any given day. Path sinuosity index (1 = straight trajectory; 0 = most sinuous trajectory) was lower ($P = 0.04$) in CrA than AA and on average was lower ($P=0.03$) in summer vs. winter. Daily time spent traveling was greater ($P < 0.01$) in AA than CrA cows. All animals spent more time traveling ($P=0.01$) in winter vs. summer. Both breeds spent similar number of hours grazing ($P=0.81$) or resting ($P=0.78$), regardless of season ($P_{\text{grazing}}=0.46$; $P_{\text{resting}}= 0.90$). Frequency of visits to water was higher ($P < 0.01$) for CrA vs. AA cows, and was overall higher ($P=0.01$) in summer vs. winter. CrA cows spent more time ($P=0.01$) within 1,600 m of water than their AA counterparts. Overall both breeds spent more time ($P=0.01$) near to the watering point ($< 1,600\text{m}$) in summer vs. winter. Both breeds spent a similar amount of time at intermediate areas (between 1,600 and 3,200 m) both in summer ($P=0.25$) and winter ($P = 0.24$). However, AA cows spent more time in this area of the paddock ($p=0.01$) in summer than in winter, whereas use of this area by CrA cows did not differ between seasons. AA cows spent more time in farthest areas ($> 3,600\text{ m}$) from the water ($P < 0.01$) compared to CrA counterparts. Overall, cows of both breeds spent more time ($P < 0.01$) in areas farthest from water in winter vs. summer. During the summer, AA cows selected plant communities with high percentage of bare soil cover and tended to avoid shrub thickets. Similarly, in summer CrA cows selected bare ground areas, and avoided shrub thickets. During winter, AA cows selected shrub thickets, avoided drainage ecotones. Conversely, CrA cows selected bare ground areas. Summer selection of shrub thickets

and bare ground areas was statistically different between breeds. Conversely, AA and CrA Cows showed similar avoidance of drainage and upland ecotone areas in summer. CrA cows showed greater ability to modify their grazing strategy throughout the year, apparently adjusting their spatial distribution patterns in response to seasonal changes in forage quality and availability. Although AA cows, which belonged to an ecotype with more than 40 years of adaptation to arid rangeland, exhibited less inter-season plasticity in their grazing patterns, they showed overall good adaptation to Arid Chaco rangelands.

Key words: cattle breeds, rangeland, spatial distribution, animal activity, vegetation selection.

1. INTRODUCCION

1.1 Presentación del problema

El Chaco Árido Argentino comprende los Llanos de La Rioja, el noroeste de Córdoba, suroeste de Santiago del Estero, sureste de Catamarca, noroeste de San Luis y este de San Juan, abarca una superficie de 10.000.000 de hectáreas donde las condiciones de clima y suelo imponen limitaciones naturales a la producción agrícola extensiva (Anderson *et al.*, 1977, 1980).

En la zona, la cría extensiva de ganado bovino y caprino es la actividad productiva más difundida por adecuarse a las condiciones ambientales. La fuente de alimentación para el ganado es la vegetación natural, la cual presenta una marcada estacionalidad en su crecimiento, coincidiendo éste con el período de mayores precipitaciones entre noviembre y marzo (Díaz Nieva *et al.*, 1994). Durante estos meses, se produce el crecimiento de la vegetación y los animales en pastoreo disponen de alimento; por el contrario, de abril a octubre la cantidad y calidad del forraje disminuyen (Ferrando *et al.*, 2006; Namur *et al.*, 2008).

Como se sabe el pastoreo de bovinos altera la estructura y funcionamiento de pastizales por medio del pisoteo, defoliación, arrancado de matas, deyecciones, independientemente de la raza utilizada (Pieper *et al.*, 1994; Hobbs, 1996; Bailey y Provenza, 2008). Así estudios realizados en la región muestran que la capacidad de carga actual se encuentra un 50% por debajo de su potencial (Blanco *et al.*, 2005a). La disminución de cobertura de gramíneas forrajeras nativas a causa del sobrepastoreo, el incremento del estrato arbustivo y procesos de erosión del suelo son tópicos importantes en el manejo de los pastizales áridos (Blanco *et al.*, 2005 a). Estos procesos se acentúan en zonas cercanas a las aguadas originándose gradientes de degradación según la distancia a ésta, de modo que en sectores cercanos a la aguada hay sobrepastoreo y en zonas más alejadas de ésta sub-pastoreo (Blanco *et al.*, 2005).

En este sentido, la heterogeneidad espacio-temporal de la vegetación ejerce una fuerte influencia sobre el comportamiento de los animales en pastoreo, modificando su distribución espacial (Senft *et al.*, 1987; Coughenour, 1991; Bailey y Provenza, 2008; Díaz Falú *et al.*, 2014). Cuando estos procesos se intensifican en duración e intensidad se producen importantes cambios en la estructura y función de las comunidades vegetales (Pieper *et al.*, 1994). La generación de áreas sobre y sub-pastoreadas a causa

de una distribución desuniforme del pastoreo puede tener efectos inmediatos sobre la eficiencia de utilización del recurso forrajero y afectar la productividad y biodiversidad de los pastizales (Coughenour, 1991; Bailey *et al.*, 1996; Ganskopp, 2006, 2009).

Para manejar la distribución espacial del pastoreo es necesario conocer cuál o cuáles son los factores que la están influenciando. Por ello a nivel mundial, se han probado distintas prácticas que apuntan a modificar la forma de uso de un ambiente, como la fertilización estratégica (Holechek *et al.*, 2001), ubicación de suplementos, realización de nuevas aguadas (Ganskopp, 2001), o directamente la modificación del tamaño y forma del potrero (Hacker *et al.*, 1988). Para poder alterar la respuesta del herbívoro al medio, es necesario que éste asocie un determinado sitio del potrero o especie vegetal a una consecuencia positiva o negativa, de modo de incrementar la posibilidad de que esa conducta se repita en el futuro (Launchbaugh *et al.*, 2005). Según Heitschmidt y Stuth (1991) entre los factores condicionantes se encuentran la ubicación del agua de bebida, el tamaño y la forma geométrica del potrero, el ambiente físico (pendiente topográfica, exposición, suelos), las variaciones meteorológicas (vientos, temperaturas, presión atmosférica), el estado fisiológico de un animal, y la conformación social de un grupo de animales. De aquí que al analizar la distribución de los animales en pastoreo se debe tener en cuenta, el ambiente, el animal y la interacción entre ambos para tener información necesaria para la toma de decisiones en el manejo espacial y temporal del pastoreo (Launchbaugh *et al.*, 2005).

En general, los establecimientos presentan potreros de grandes dimensiones, largas distancias entre la aguada y el fondo de los mismos (más de 8 km), escasa división de potreros, una sola aguada, falta de infraestructura apta para el manejo de la hacienda y en muchos casos una inadecuada elección de la raza (Ferrando *et al.*, 1982). Cuando el manejo del rodeo y de los recursos forrajeros es ineficiente se refleja en los índices productivos, reproductivos y en las condiciones agroecológicas de los establecimientos ganaderos, ya que en muchos campos de la zona hay un marcado deterioro del suelo y la vegetación (Blanco *et al.*, 2005a). Los índices de destete y de producción de carne por hectárea en La Rioja no superan el 50% y los 4-5 kg de carne por ha, respectivamente (Namur *et al.*, 2002; Namur *et al.*, 2008; Vera *et al.*, 1977).

Desde sus orígenes el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria La Rioja (INTA La Rioja) viene evaluando el comportamiento productivo y reproductivo de la raza Criollo Argentino y Aberdeen Angus Ecotipo Riojano (Vera, 1977), ambas utilizadas en los sistemas productivos de la zona. En este sentido se observó que en condiciones

climáticas normales ambas razas se desempeñaron adecuadamente, siendo una herramienta importante para la producción de carne en zonas áridas (Namur *et al.*, 2002, 2008).

El ganado bovino Criollo Argentino desciende directamente de los bovinos traídos por los conquistadores españoles hace unos 500 años y evolucionó casi completamente por selección natural, originando una población que se caracteriza por su adaptación a las condiciones ambientales preponderantes en las zonas marginales de la Argentina, a las que actualmente se está trasladando la cría de ganado bovino como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola (Ferrando *et al.*, 2006; Namur *et al.*, 2008).

En algunos años en donde la precipitación fue muy inferior al promedio, Namur, *et al.* (2004, 2008) detectaron diferencias en los porcentajes de preñez de 57 puntos a favor de la raza Criolla por sobre la Aberdeen Angus (93% vs 36%). Estos resultados fueron obtenidos en un experimento en el que ambas razas pastoreaban en un mismo potrero y con el mismo manejo sanitario. A pesar de que los animales Aberdeen Angus que se utilizaron, provenían del establecimiento “Balde El Tala” ubicado en Ulapes (Sur de La Rioja), cuyo rodeo es una absorción por esta raza de un rodeo con origen genético variado. Por lo que se podría inferir que las diferencias entre ambas razas se acentuarían si las comparaciones se realizaran con animales Aberdeen Angus de otras zonas (Namur *et al.*, 2002, 2006, 2008; Vera *et al.*, 1977).

A la fecha, no se evaluó aún su capacidad de exploración, comportamiento en pastoreo y selección de unidades de vegetación del pastizal, ni cómo varían éstos en función de las condiciones estacionales. Por lo cual, el objetivo del presente trabajo fue conocer y evaluar el comportamiento en pastoreo de dos razas bovinas en ambientes áridos, registrando sus posiciones por medio de collares con dispositivos GPS en un potrero tipo de la zona, para conocer cómo exploran y utilizan los recursos forrajeros en estaciones con diferente disponibilidad y calidad de forraje.

1.2. Hipótesis

1.2.1. Exploración del área en pastoreo

En períodos de menor disponibilidad/calidad forrajera los animales de la raza CrA evidencian patrones de exploración más extensos que la raza AA, mientras que en períodos de mayor disponibilidad/calidad forrajera no hay diferencias entre razas. La mayor exploración del potrero por animales de la raza CrA en períodos de baja disponibilidad/calidad forrajera se sustenta en mayores distancias, áreas diarias recorridas y trayectorias más sinuosas que la de animales de la raza AA. Esto se ha observado en ensayos anteriores (Roacho 2008, Peinetti et al 2011) en otras regiones semiáridas.

1.2.2. Actividades diarias del bovino en pastoreo

El tiempo diario dedicado al pastoreo, descanso y desplazamiento es diferente entre razas en períodos de menor disponibilidad/calidad forrajera, siendo similares en períodos de mayor disponibilidad/calidad forrajera. Durante periodos de escasa disponibilidad/calidad de forraje los animales Criollos amplían su área diaria de exploración (Roacho Estrada 2008, Peinetti et al. 2011), y así dedican más tiempo al desplazamiento y al pastoreo y menos tiempo al descanso comparado con animales de la raza AA. Por otra parte, dada la similitud en área diaria explorada entre bovinos Europeos y Criollos en períodos en las que la calidad y cantidad de forraje no es limitante (Roacho Estrada 2008, Peinetti y otros 2011), se espera que el tiempo diario dedicado al pastoreo, descanso, y desplazamiento sea similar entre razas.

1.2.3. Uso de las unidades de vegetación

En estaciones de menor disponibilidad/calidad forrajera los animales de la raza CrA pastorean más unidades de vegetación respecto a la AA, mientras que en estaciones de mayor disponibilidad forrajera no hay diferencias entre razas. Roacho Estrada (2008) y Peinetti y otros (2011) atribuyeron las diferencias en área diaria explorada de bovinos Criollos vs. Europeos a una supuesta estrategia de los animales Criollos de componer una dieta más amplia para cubrir sus requerimientos nutricionales durante periodos de escasez. En consecuencia, se espera que en las estaciones de menor disponibilidad/calidad forrajera los animales CrA exploren un número mayor de unidades de vegetación (comparado con los animales AA) a fin de diversificar la dieta. En cambio,

no se esperan diferencias entre razas en estaciones donde la disponibilidad/calidad del forraje no es limitante.

1.3. Objetivo general

Evaluar el comportamiento en pastoreo de dos razas de ganado bovino Criollo Argentino y Aberdeen Angus Ecotipo Riojano, en dos estaciones del año contrastantes en disponibilidad y calidad forrajera (verano e invierno).

1.4. Objetivos específicos

Determinar y comparar entre razas y estaciones:

- 1.4.1.1. El área en pastoreo.
- 1.4.1.2. El tiempo dedicado al pastoreo, descanso y desplazamiento.
- 1.4.1.3. La frecuencia de pastoreo en diferentes unidades de vegetación.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Los pastizales áridos

Los ecosistemas de pastizales de zonas áridas representan aproximadamente el 40% de la superficie terrestre y producen alimentos para alrededor de una quinta parte de la población mundial (Reynolds y Smith, 2002). Se cree que la agricultura y la ganadería han contribuido a la desertificación en algunas regiones del mundo (Reynolds y Smith, 2002). Como consecuencia de la desertificación muchos productores rurales están migrando de los campos a las ciudades, por el continuo deterioro de los pastizales y la falta de alternativas para mantener la producción (Vera *et al.*, 2003).

El ser humano ha tratado de controlar a los animales desde hace 10000 años (Walker, 1995). Actualmente, se menciona que los grandes herbívoros han sido los principales modeladores de la dinámica y función de los ecosistemas en la mayoría de los biomas terrestres (Gordon e Illius, 1988). Además, la ganadería extensiva está directamente influenciada por factores meteorológicos, ecológicos y antropológicos, dando como resultado una serie de interacciones complejas que al no ser entendidas, afectan de manera directa la estabilidad de los pastizales y demás recursos naturales (Reynolds y Smith, 2002).

Como la ganadería extensiva es la actividad más difundida, estos pastizales pueden ser fácilmente degradados por un inapropiado manejo del pastoreo debido a su aridez y fragilidad (Blanco *et al.*, 2005a), y a su vez su recuperación es más lenta respecto a ecosistemas húmedos (Cabido *et al.*, 1994). Por lo cual es importante compatibilizar los sistemas de producción con los recursos naturales disponibles (Vera *et al.*, 2003).

2.2. Breve historia de los bovinos Criollos y Aberdeen Angus en América Latina

Las razas Criollas llegaron a las Américas procedentes de Andalucía y las Islas Canarias, España, durante el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493 (Rouse *et al.*, 1977). El ganado español original se esparció por el continente americano transformándose en ecotipos diferentes. Como resultado de la adaptación a un amplio rango de ambientes y sistemas de manejo, los diversos ecotipos de ganado criollo difieren en tamaño corporal, conformación, productividad y rusticidad (Rouse *et al.*, 1977).

En Argentina, el ganado criollo fue introducido desde Perú, Chile, y Paraguay. Era del tipo de lidia, Andaluz, que respondía al biotipo ibérico. Este tipo de ganado descendía del *Bos primigenius*, variedad Hahni, caracterizado por sus largos cuernos, que fueron domesticados en Egipto unos 4000 años A.C. y fueron introducidos en España con las migraciones que poblaron la región meridional de la península (De Alba *et al.*, 1991). A Tucumán, el ganado criollo llegó por primera vez en 1549 con Juan Núñez del Prado, procedente de Potosí (De Alba, 1993). Desde 1880 hasta 1920, el proceso de mestización con otras razas fue muy importante en la pampa húmeda a tal punto que alrededor de 1920 se produjo la extinción del bovino criollo pampeano en estado de pureza racial. En esa fecha, Don Carlos Romero decidió formar un rodeo de criollos puros en la provincia de Córdoba y debió hacerlo con animales procedentes del Alto Perú por la ausencia de los mismos en la zona pampeana. En 1938 Pereyra Iraola formó un rodeo en Tandil (Provincia de Buenos Aires) con animales procedentes de la provincia de Salta. Posteriormente, en 1959 el INTA formó el plantel de la Estación Experimental Leales (Tucumán) que se comenzó a usar como raza testigo en los cruzamientos (Martínez *et al.*, 2000). El ganado Criollo Argentino utilizado en La Rioja, provino de mencionada estación experimental (Namur, *et al.*, 2002). La población más numerosa de bovinos criollos en estado de pureza quedó en el Noroeste argentino (NOA) con aproximadamente 200.000 ejemplares (Sal Paz, 1986).

Por otro lado, el ganado británico fue introducido en 1879, por el hacendado don Carlos Guerrero quien fue el primer Argentino en introducir al país Aberdeen Angus puros de pedigree inscriptos en el Herd Book inglés (Asociación Argentina de Angus, 2017). Más tarde le siguieron importaciones realizadas por Roth, Grant, Ritchie, Villanueva, Brown, Sauze, Hogg, Unanue, Urquiza y muchos otros. Las ventajas de la raza Angus tales como facilidad de parto, rápido crecimiento, buena calidad de la canal, alta producción de leche, fertilidad y buen temperamento permitió su disseminación en un amplio rango de ambientes (Asociación Argentina de Angus, 2017). En la actualidad Angus es la raza más difundida en Argentina, con más de 30 millones de animales ya sean puros o en cruza.

En la actualidad, el ganado Criollo Argentino y Aberdeen Angus Ecotipo Riojano constituyen un recurso genético importante para los ambientes áridos y semiáridos (Namur *et al.*, 2008). En este sentido, ambas razas han demostrado similar desempeño al ser evaluadas por investigadores de la región tanto en aspectos productivos como reproductivos, excepto en los años donde la precipitación fue muy por debajo del promedio histórico, en donde los índices productivos del ganado Aberdeen Angus

Ecotipo Riojano disminuían más de un 50% respecto del Criollo Argentino (Namur *et al.*, 2004, 2008).

Dickerson *et al.* (1978) indican que los animales con mayor tamaño corporal tienen mejor desempeño productivo en ambientes con abundante disponibilidad de forraje, mientras que los de menor tamaño, según Taylor (1972), son más eficientes durante el pastoreo en épocas de menor disponibilidad de forraje, mostrando mayor adaptación a climas secos, ya que tienen menores requerimientos energéticos.

De Alba (1993) y Russell *et al.* (2000) señalaron que el ganado criollo es reconocido por su resistencia al calor y longevidad. De igual manera, Martín y Lagomarsino (2000) mencionaron que el ganado criollo en pastoreo de zonas áridas y semiáridas tiende a ramonear vegetación arbórea y arbustiva, consumir frutos y diversidad de plantas herbáceas y gramíneas disminuyendo el impacto sobre el ambiente. Además, Miñón *et al.* (1984) al analizar composición botánica y química de la dieta de ganado Aberdeen Angus y Criollo Argentino encontraron que el ganado Criollo fue más selectivo y capaz de consumir forrajes con menor digestibilidad que animales Angus.

2.3. Distribución del pastoreo

La inadecuada distribución del pastoreo del ganado en condiciones extensivas ha sido uno de los principales problemas asociados con la degradación de los pastizales (Hormay, 1956). Bailey (1996) menciona que la distribución inadecuada y selectividad de los animales sobre el pastizal son aspectos claves a considerar en el desarrollo de sistemas de pastoreo sostenibles. La distribución espacial del pastoreo tiene profundos efectos sobre un ecosistema de pastizal natural, ya que altera procesos que intervienen en la productividad primaria, la descomposición de materia orgánica, y en consecuencia en el ciclado de nutrientes a través del sistema (Hobbs, 1996).

La distribución localizada del pastoreo sobre ciertas zonas del pastizal representa un problema importante, puesto que reduce la productividad de los ambientes por sobrepastoreo (Blanco *et al.*, 2005a), especialmente en ambientes áridos donde la vegetación es más susceptible al pastoreo (Holecheck, 1991; Blanco *et al.*, 2005).

Es conocido que la manipulación de la distribución de animales en pastoreo requiere un conocimiento preciso de los efectos que ejercen múltiples factores, tanto bióticos como abióticos sobre el proceso de selección de hábitat y dieta (Coughenour, 1991). Entre los factores intervinientes se mencionan la ubicación del agua de bebida, el

tamaño y la forma geométrica del potrero, el ambiente físico (pendiente topográfica, exposición, suelos), las variaciones meteorológicas (vientos, temperaturas, presión atmosférica), las características propias del animal (el estado fisiológico, la conformación social y posibles predadores) (Heitschmidt y Stuth, 1991). Esto sugiere que la selección de la raza e individuos dentro de una misma raza, puede mejorar considerablemente la distribución del ganado (Bailey *et al.*, 2004). Además, la selección del genotipo, es importante para poder desarrollar estrategias de manejo que minimicen la necesidad de suministrar alimentos durante periodos de deficiencia de forraje (Peinetti *et al.*, 2011). Por tales motivos, es fundamental conocer cómo varía en espacio y tiempo la respuesta del ganado durante su actividad de pastoreo, para poder manejar el posible impacto de éste sobre la estabilidad de los pastizales (Bailey *et al.*, 2006).

2.4. Patrones espaciales de distribución

2.4.1. Distancias diarias recorridas

La disponibilidad y calidad del forraje son factores importantes que influyen en la distancia diaria recorrida (Harris *et al.*, 2001). En este sentido, Vallentine (1990) menciona que cuando el alimento y la distancia a la fuente de agua están alejados uno de otro, la distancia diaria recorrida por los animales tiende a aumentar. El ganado tiende a dedicar más tiempo a zonas con mayor abundancia de forraje y moviéndose más lentamente en estos sitios (Laca *et al.*, 1994).

En este sentido, el tamaño del potrero y el sistema de pastoreo tienen un efecto importante sobre la distancia diaria recorrida (Bailey, 2004). Los animales tienden a recorrer menores distancias en potreros pequeños que en grandes, y en sistemas rotativos que en continuos. Además, factores climáticos como temperatura, velocidad del viento, cambios en humedad relativa ambiente influyen en la distancia diaria recorrida (Anderson y Kothmann, 1980). Factores abióticos, como topografía, disponibilidad de sombras y reparo afectan la uniformidad del pastoreo (Bailey, 2008), ya que los animales prefieren pastorear lugares con pendientes suaves que pronunciadas. Además, las sombras y el reparo son muy utilizados en el verano e invierno respectivamente en respuesta al estrés térmico (Arias *et al.*, 2008).

En ambientes áridos similar al de la presente investigación, se contrastó el comportamiento del ganado Angus y cruza por Herdford, con ganado Criollo Mexicano y se encontró que la distancia diaria recorrida fue mayor en ganado Criollo Mexicano

que en ganado Angus (Roacho-Estrada, 2008). Además, las mayores diferencias encontradas para la distancia diaria recorrida, se manifestaron en la época de menor disponibilidad de recursos forrajeros.

2.4.2. Área explorada

El área explorada en pastoreo puede variar en respuesta a diferentes factores, algunos internos (propios del animal), como tamaño corporal, edad, estado fisiológico, o externos como estación de uso y disponibilidad de forraje (Bailey, 2004). Además, el área explorada 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, 2009; Díaz Falú, 2014). En este sentido, Howery (1996) y Fraser (2004) mencionan que vacas adultas recorren mayores superficies que terneras más jóvenes.

Otra característica animal que incide en el área explorada es el estado fisiológico, así por ejemplo, vacas secas exploran mayores distancias que vacas con ternero al pie (Black Rubio *et al.*, 2008). En estaciones de menor disponibilidad de recursos, el área explorada tiende a incrementarse, ya que el ganado tiene que recorrer mayores distancias para satisfacer el consumo diario (Dolev *et al.*, 2014; Sawalhah *et al.*, 2016; Russell *et al.*, 2012).

2.4.3. Índice de sinuosidad

Las características propias de cada raza y las estaciones del año influyen en la sinuosidad de la trayectoria durante el proceso de pastoreo. En este sentido Russell *et al.* (2012) evaluaron esta característica durante el pastoreo de razas índicas y europeas a través de las estaciones del año, encontrando que animales de raza Brahmán presentaron mayores índices de sinuosidad que otras razas (europeas o cruza índicas) sobre todo a inicio y fin del verano, lo que indicaba patrones de pastoreo más concentrados.

Sin embargo, Sawalhah *et al.* (2016) analizaron la influencia de la alta y baja asignación forrajera sobre la sinuosidad en la trayectoria de vacas en un periodo de 24 hs, en las cuales no encontraron diferencias significativas para distintos niveles de asignación forrajera. Matthiopoulos (2003) mencionó que el tamaño, la forma y carga del potrero inciden en la trayectoria del animal. Así mismo sugirió que los animales

tendrán una trayectoria más sinuosa en potreros pequeños que en grandes y en cargas altas que en bajas.

2.5. Actividades diarias del bovino en pastoreo

2.5.1. Tiempo en pastoreo, descanso y desplazamiento

Las actividades diarias del ganado tienen una relación compleja con factores intrínsecos y extrínsecos al animal, por eso el interés en conocer la respuesta a cada uno de ellos para usarlas en el diseño de sistemas de pastoreo sustentables. Por lo general, el bovino en pastoreo divide sus actividades en pastoreo, desplazamiento, descanso y rumia (Arnold y Dudzinsky, 1978).

La actividad de pastoreo incluye el tiempo dedicado a buscar y consumir forraje. Este tiempo está influenciado por factores ambientales y por factores intrínsecos del animal (Arnold y Dudzinsky, 1978). Así por ejemplo, temperaturas extremas y baja calidad de forraje conducen a un menor tiempo de pastoreo (Roacho-Estrada *et al.*, 2008), ya que el consumo de forraje está fuertemente influenciado por el grado de digestibilidad de la dieta disponible (NRC, 2000). Además, Vallentine (1990) mencionó que el tiempo en pastoreo tiende a disminuir cuando el forraje disponible es heterogéneo y el pastoreo es altamente selectivo. Los factores intrínsecos al animal como edad, estado fisiológico, tamaño corporal y raza influyen el tiempo diario dedicado a pastoreo (Launchbaugh and Howery, 2005; Bailey, 2008). En este sentido, Roacho-Estrada (2008) encontró que el ganado de origen europeo dedicó más tiempo a pastoreo que el ganado Criollo Mexicano en pastizales del sur de Estados Unidos y norte de México, atribuyendo esas diferencias principalmente al mayor tamaño corporal del ganado europeo en relación al Criollo Mexicano. Este mismo autor señala, que en estaciones de menor disponibilidad y calidad forrajera, ambas razas tendieron a dedicar más tiempo al pastoreo que en estaciones de mayor disponibilidad y calidad forrajera.

El animal consume hasta satisfacer su apetito, siendo el potencial del animal el límite al consumo (Mertens, 1987; Ketelaars y Tolcamp, 1991). Cuando la dieta tiene bajo valor nutritivo, el consumo está limitado por la capacidad del tracto digestivo y restringido por el efecto de llenado de la dieta (Allen Diaz, 1996). Además el pastoreo de ungulados, tanto domésticos como silvestres ha sido descrito como un proceso jerárquico (basado en la teoría de jerarquías ecológicas propuesta por Allen y Starr, 1982), en el que la selección de dieta está fuertemente limitada por las decisiones de selección de sitios de

alimentación por parte del animal (Senft *et al.*, 1987; Coughenour, 1991; Bailey *et al.*, 1996).

El descanso incluye el tiempo dedicado a rumiar (de pie o echado) y el descanso propiamente dicho (Arnold y Dudzinsky, 1978). Se ha observado que los animales dedican aproximadamente 8 horas por día en esta actividad (Vara y Moreno, 1984), sin embargo, el tiempo de rumia y descanso está influenciado por la naturaleza de la dieta y es proporcional a la cantidad de pared celular presente en el forraje y a otros factores como el tamaño de partícula de la dieta (Van Soest, 1980). Además, los factores climáticos influyen en esta actividad, como temperaturas y vientos, ya que en los momentos de máxima y mínima temperaturas y/o vientos fuertes, los animales están en la sombra o en el reparo de la vegetación, respectivamente (Black Rubio *et al.*, 2008; Sawalhah *et al.*, 2016). Los factores bióticos del ambiente en pastoreo también inciden en los tiempos en descanso. En este sentido, Roacho-Estrada (2008) menciona que en estaciones donde la disponibilidad y calidad forrajera son limitantes, el ganado pasa más tiempo en descanso, dedicándose más a rumiar y digerir el forraje de baja calidad. Lo contrario ocurre en estaciones donde la disponibilidad y la calidad no son limitantes.

La caminata es empleada para desplazarse de un sitio de pastoreo a otro y en el trayecto al agua de bebida, estando relacionada con la disponibilidad de forraje, tamaño y forma del potrero (Senft *et al.*, 1985). En este sentido, Giner (1988) observó al evaluar el comportamiento animal en épocas húmedas y secas de México, que el tiempo dedicado por los animales al desplazamiento, fue similar para ambas estaciones (alrededor de 30 a 45 min/día) posiblemente debido a que el potrero de estudio era pequeño (60 ha) y con buena disponibilidad de forraje para ambas estaciones.

Las características propias de cada raza representan un potencial para incrementar la uniformidad en el uso del pastizal. Roacho-Estrada (2008) evaluó el efecto de la raza y estación del año sobre el comportamiento animal y observó que el tiempo dedicado al desplazamiento en estaciones secas fue mayor en razas Criollas, mientras que en húmedas el desplazamiento fue superior en animales Europeos.

2.5.2. Uso de sectores ubicados a distinta distancia de la aguada

En la actualidad, está bien documentado que el tipo de vegetación, características topográficas, estación de uso y la raza de ganado cambian la utilización de la vegetación con la distancia que deben recorrer hasta la aguada (Arnold y Dudzinski, 1978).

Vallentine (1990) menciona que el número y ubicación de las aguadas son factores que gobiernan la distribución y concentración de los animales en pastoreo, cobrando mayor relevancia en momentos de temperaturas elevadas, como suelen ser los veranos de los ambientes áridos.

En el mismo sentido, el tamaño y forma del potrero en relación al número de aguadas, muchas veces definen la distancia que alcanzará el pastoreo animal (Vallentine, 1990). Alrededor de la aguada se forman anillos concéntricos donde el pastoreo es máximo y una tendencia a la disminución en la utilización del forraje, con el aumento de la distancia a la aguada (Holechek, 1988). Este mismo autor, sugiere ajustar la carga animal asumiendo un 50% de reducción en el uso de sectores ubicados entre 1,6 y 3,2 km de la aguada y un 100% de reducción para sectores ubicados a más de 3,2 km del abrevadero.

En un estudio comparativo entre razas, Sheehy (2007), en el Noreste de Oregon (USA), encontró que el ganado criollo (Corriente y Longhorn) se alejó 7,1 km en promedio de la aguada y las razas europeas (Angus y Hereford) se alejaron 4,9 km. En el desierto de Chihuahua (USA), Roacho-Estrada (2008) al comparar vacas de raza Criollo Mexicano y caretas (cruza de Angus x Hereford) encontró que el ganado Criollo Mexicano pastoreó a mayores distancias de la aguada (2,7 vs. 2,0 km/d, respectivamente).

2.5.3. Frecuencia de visita a la aguada

La frecuencia en el consumo de agua está influenciada por factores del clima, alimento, tamaño del potrero y accesibilidad al agua (Arnold y Dudzinski, 1978). En este sentido, factores como temperaturas altas, alimentos secos y/o salados, potreros chicos, distancias cortas al abrevadero y varios bebederos (Vallentine, 1990), así como el estado fisiológico y edad del ganado incrementan la frecuencia en el consumo de agua.

En ambientes áridos Sheehy (2007) encontró que el ganado Europeo visitó la aguada 1,02 veces/día mientras que el ganado Criollo 0,46 veces/día. En este sentido, Ali *et al.* (2015) encontraron que el consumo de agua, el consumo de materia seca, el porcentaje de digestibilidad de la dieta y la producción de leche, son afectadas por la frecuencia en el consumo de agua. Asimismo, se menciona para regiones áridas y semiáridas reducciones de 15-25% en el consumo de agua y 9-16% en el consumo de materia seca,

cuando la frecuencia en el consumo de agua es de una vez por día respecto de dos veces por día (Williams *et al.*, 2016).

2.6. Selección de unidades de vegetación del potrero

La selección de unidades de vegetación a pastorear depende de interacciones complejas entre factores bióticos, abióticos y características propias del animal (Bailey, 2008). Los factores bióticos incluyen a las características estructurales del pastizal, composición botánica, cantidad y calidad del forraje. Los factores abióticos incluyen al clima (temperatura, precipitación, viento, etc.), sombra, refugio, cobertura, características del suelo, topografía y formas del terreno (elevación y pendiente), disponibilidad de agua, y tamaño y forma del potrero (Díaz Falú, *et al.*, 2014).

2.6.1. Características de la vegetación

La preferencia por un tipo de vegetación frecuentemente cambia durante las estaciones, debido a cambios en los niveles de calidad y disponibilidad del forraje (Martin, 1994; Ferrando *et al.*, 2001). Es normal en ambientes áridos y semiáridos la variación estacional de la calidad y disponibilidad del pastizal a lo largo del año, lo cual modifica la composición de la dieta y selectividad del bovino en pastoreo (Kemp, 1983; Martin y Lagomarsino, 2000).

Miñón *et al.* (1984), al evaluar el comportamiento ingestivo de animales de razas Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA), señaló que animales AA tienen un hábito de consumo del forraje más amplio respecto de animales de raza CrA. A su vez, los animales CrA tienen mayor capacidad de digestión de forraje de baja calidad que animales AA. Estas características del ganado CrA lo favorecen en las estaciones invernales, o en momentos donde la disponibilidad y calidad del forraje tienden a ser limitantes. Por otro lado, animales de raza AA tendieron a buscar unidades de vegetación con mayor abundancia de forraje gramíneo (Roacho-Estrada, 2008). En este sentido, Sheehy (2007) y Roacho-Estrada (2008) concluyen que el ganado español (Criollo y Longhorn) y europeo (Angus y Hereford) mostraron diferentes patrones de distribución y selección de hábitat, especialmente cuando la calidad y disponibilidad de forraje tendió a ser limitante del consumo diario.

2.7. Uso de collares con GPS en estudios de comportamiento animal

Anteriormente a la aparición de dispositivos con GPS la observación directa era el método más común para estudiar la relación del ganado con su medio ambiente (Bailey, 1996; Ganskopp y Johnson 2007). Sin embargo, la observación directa demanda una excesiva cantidad de tiempo, puede alterar el comportamiento del ganado y es muy difícil de aplicar para el registro de actividades nocturnas y crepusculares (Peterson y Woolfolk 1955, Wagnon 1963, Hart *et al.* 1991, Hepworth *et al.* 1991).

El desarrollo de dispositivos con GPS facilitó el estudio del uso del ambiente por el ganado, monitoreando los movimientos de los animales en pastoreo (Ungar, *et al.*, 2005). Diversos dispositivos con GPS de precisión variable han sido utilizados para monitorear el movimiento de ovinos (Roberts *et al.*, 1995; Rutter *et al.*, 1997) y bovinos (Udal *et al.*, 1998, 1999; Turner *et al.*, 2000; Ganskopp y Bohnert 2006) con un nivel de detalle muy aceptable (Tomkiewicz 2010). Es así, que empleando estos dispositivos se evaluó el efecto de suplementos minerales (Bailey, 2001), sales y ubicación de aguadas (Ganskopp, 2001), sobre los patrones de distribución de los animales en pastoreo. Además, permitieron realizar evaluaciones de comportamiento entre animales en diferente estado fisiológico (Black Rubio *et al.*, 2008), diferente temperamento (Wesley *et al.* 2012), o diferente edad (Walburger *et al.* 2009) y raza, (Sheehy, 2007, Roacho Estrada, 2008, Peinetti *et al.* 2011, Russell *et al.* 2012), o entre distintas especies en pastoreo mixto (Díaz Falú *et al.*, 2014). Empleándose en numerosos estudios de comportamiento animal (Anderson, *et al.*, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el campo anexo Los Cerrillos ($29^{\circ}57' S$ y $65^{\circ}52' O$) perteneciente a la estación Experimental Agropecuaria del INTA La Rioja, ubicado a 70 km de la ciudad de Chamental, provincia de La Rioja. El campo anexo posee una superficie total de 8.263 has y está ubicado en la región del Chaco Árido (Morello *et al.*, 1985), subregión de afloramientos de Cerrillos (Gómez *et al.*, 1993). Para el estudio se eligió un potrero con pastizal natural (Huss *et al.*, 1986) de 1183 has (Figura 1).

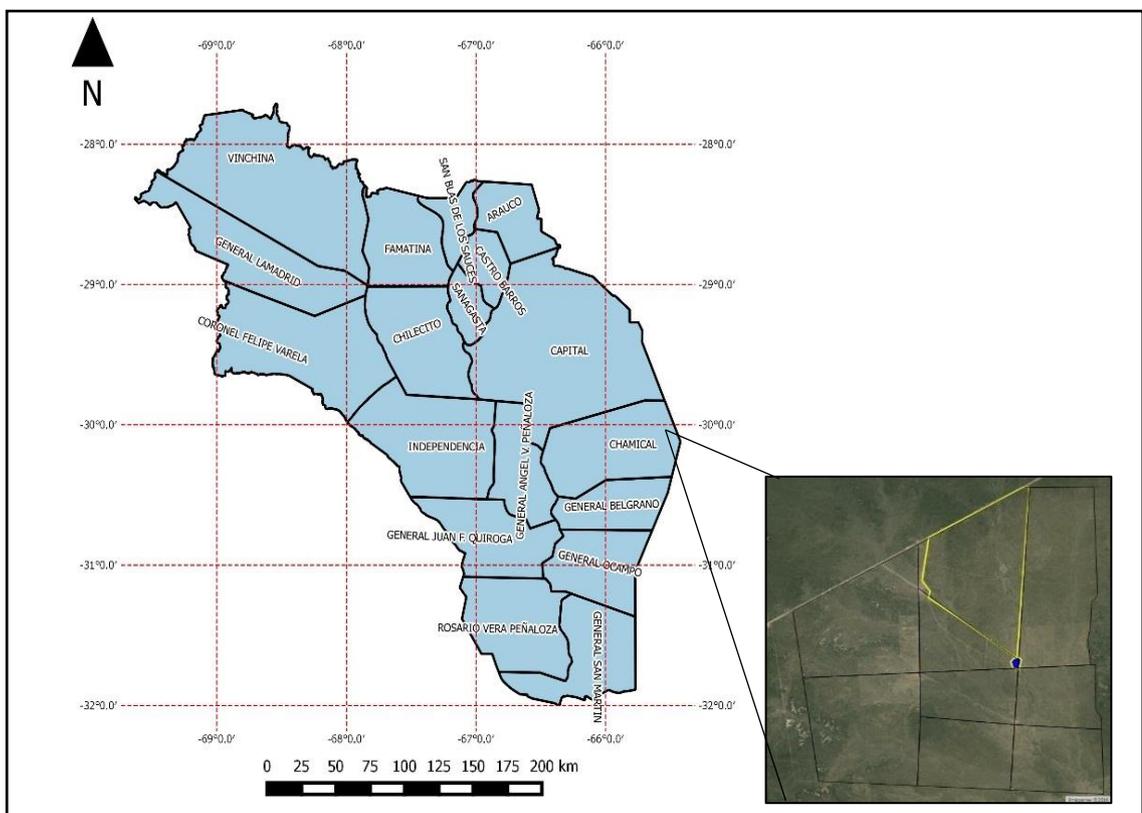


Figura 1. Localización geográfica del sitio de estudio, en color amarillo potrero del estudio (Potrero 9, 1183 has) y en azul aguada. Campo anexo Los Cerrillos INTA EEA La Rioja (Lat. $29^{\circ}58'19,86''S$, Long. $65^{\circ}52'55,84''O$).

3.2. Clima

El clima en la región es árido, caracterizado por veranos cálidos e inviernos suaves. Enero es el mes de mayor temperatura promedio ($26^{\circ}C$) y julio es el más frío ($11^{\circ}C$). En esta zona el promedio histórico de precipitación anual es de 390 mm concentrándose el 80% en la estación estival (Figura 2). Las precipitaciones presentan una alta variabilidad

tanto dentro del año como entre años (250-450 mm). El período libre de heladas de 289 días del 19 de agosto al 4 de junio (Morello *et al.*, 1985).

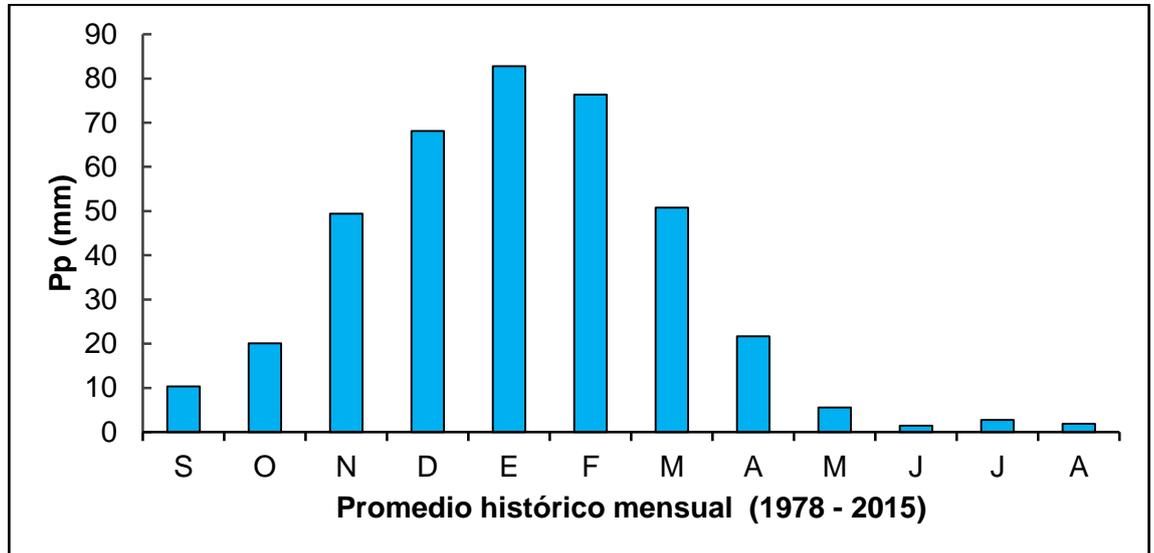


Figura 2. Promedio histórico de precipitación (Pp) mensual, serie 1978-2015 en el campo anexo Los Cerrillos. Fuente: Grupo de Clima, Suelo y Agua. INTA-EEA-La Rioja.

3.3. Suelo

El Campo Los Cerrillos, se caracteriza por presentar un relieve muy ondulado, de lomas altas con pendientes de longitud media y gradientes superiores al 2%. Las vías de escurrimientos presentan orientación de Norte a Sur. Los suelos pertenecen taxonómicamente al orden de los Entisoles y Aridisoles, en general presentan limitada capacidad productiva, ya que la materia orgánica y el nitrógeno se encuentran en cantidades muy reducidas y además poseen escasa capacidad de retención de humedad (Gomez *et al.*, 1993).

3.4. Vegetación

Desde el punto de vista fisonómico, la vegetación es un Bosque Xerofítico Caducifolio con tres estratos vegetales: árboles, arbustos y herbáceas (Figura 3). Los árboles aparecen aislados, mientras que los arbustos presentan un canopeo continuo, y las herbáceas ocurren en parches (Morello *et al.*, 1985). Este campo pertenece a la provincia fitogeográfica Chaqueña, distrito Occidental (Cabrera, 1976), región macroecológica del Chaco Árido (Morello *et al.*, 1985), distrito de Los Llanos (Ragonese *et al.*, 1968).

En el paisaje se observa un estrato arbóreo abierto de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), algarrobo (*Prosopis flexuosa*) y tentitaco (*Prosopis torquata*), un estrato arbustivo alto semi-denso de lata (*Mimozyanthus carinatus*) y jarilla (*Larrea divaricata*). El estrato herbáceo es semi-continuo, predominan las gramíneas *Trichloris crinita*, *Gouinia paraguayensis*, *Arístida mendocina*, *Pappophorum krapovickasii* (Biurrun et. al., 2012) (Figura 4).



Figura 3. Visualización de los tres estratos presentes en la región de los Llanos (árboles, arbustos y herbáceas). Campo anexo Los Cerrillos INTA EEA La Rioja (Lat. 29°56'44,25"S, Long. 65°51'20,52"O).



Figura 4. Pastos perennes de amplia difusión en el distrito de Los Llanos. De izquierda a derecha: pasto raíz (*Trichloris crinita*), *Gouinia paraguayensis*, *Arístida mendocina* y *Pappophorum krapovickasii*.

3.5. Animales en Estudio

Los animales utilizados en el estudio pertenecen a la raza Aberdeen Angus Ecotipo Riojano (Vera, 1977) surgidas en la zona producto de la cruce absorbente de un antiguo rodeo Criollo mezclado con rodeo Hereford y Shorthorn (Anderson, *et al.*1980) y Criollo Argentino (Figura 5). Los animales utilizados en este ensayo nacieron y se criaron en el campo anexo Los Cerrillos. Para el estudio se eligieron 5 vacas adultas de entre 380-420 kg para la raza Criollo Argentino y 5 vacas Aberdeen Angus Ecotipo Riojano de 400-440 kg de similar edad (5-7 años) y fecha de parición (15/11/2015 al 15/01/16).



Figura 5. Vaca Aberdeen Angus Ecotipo Riojano (izquierda) y vaca Criollo Argentino (derecha) con ternero al pie.

Al momento del estudio las vacas estaban con terneros al pie de 4 meses de edad aproximadamente en la estación húmeda (Verano) y sin ternero al pie y en periodo de gestación (el entore se realiza de enero a marzo) en la estación seca (Invierno). El destete en la zona se realiza entre 5 o 6 meses de vida del ternero, variando en función del peso del ternero, del estado corporal de la vaca y de las precipitaciones que ocurran en el año.

3.6. Mediciones

3.6.1. Mediciones de variables Meteorológicas

Para poder caracterizar los factores abióticos imperantes, se instaló una estación meteorológica digital inalámbrica MeteoStar-WH-1081 (www.meteostar.com.ar) cerca del potrero de ensayo (500 m). Las variables que se registraron en escala diaria fueron, precipitación (mm), temperatura del aire máxima y mínima (°C), en todo el periodo del estudio.

3.6.2. Caracterización de la vegetación del potrero en estudio e identificación de comunidades del pastizal

Con el fin de identificar la distribución espacial de las comunidades vegetales presentes en el potrero en estudio, previo al ingreso de los animales, se realizó una clasificación supervisada (Blanco *et al.*, en redacción) de una escena LandSat 5 TM (multi-espectral, pixel de 30 x 30 m), correspondiente al 1 de marzo del 2014. Las escenas LandSat 5 TM se obtuvieron del sitio <http://earthexplorer.usgs.gov/> utilizando el path/row 230/81.

La clasificación supervisada se realizó usando como regla de decisión el algoritmo de máxima probabilidad (Chuvieco, 1990), previa determinación de las áreas de entrenamiento. Las áreas de entrenamiento se determinaron integrando análisis visual de la escena LandSat 5 TM mencionada, imágenes de Google Earth y un recorrido de campo. Las unidades de vegetación (UV) determinadas fueron: Garabatal, Peladal, Cauces, Quebrachal-lycial, Transición a la loma, Transición al cauce, y Periserrano. Estos nombres fueron adoptados provisoriamente, y resaltan alguna característica relevante de la UV evaluada (Blanco *et al.*, en redacción) (Figura 6).

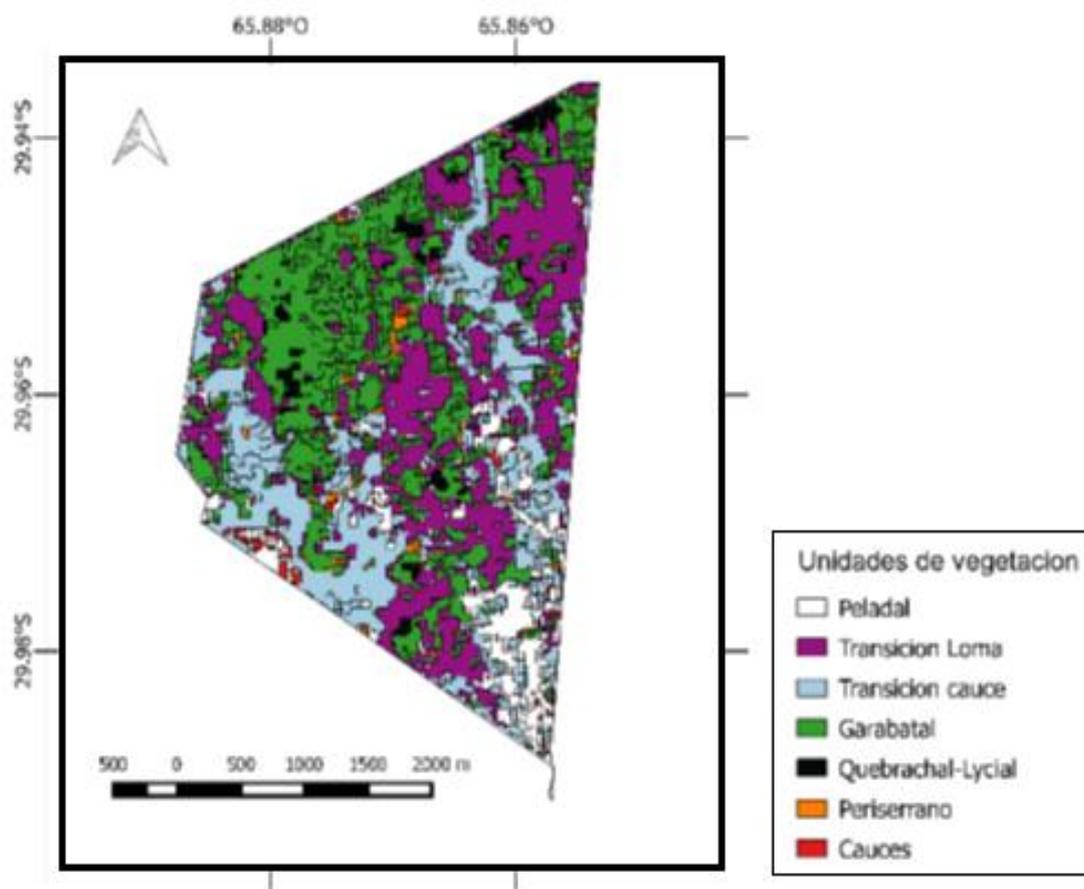


Figura 6. Mapa de vegetación preliminar mostrando las unidades de vegetación (UV) presentes en el potrero de estudio. El nombre de cada UV es provisorio, y corresponde a la característica más sobresaliente de la misma. Provista por el Laboratorio de SIG y Teledetección de INTA EEA-La Rioja (Blanco *et al.*, en redacción).

3.6.2.1. Caracterización florística de las comunidades del pastizal en estación húmeda y seca

En los meses de febrero (estación húmeda 2016) y junio (estación seca 2016) se realizaron los muestreos de vegetación con el fin de identificar las especies presentes en cada una de las UV, usando el método de Daubenmire (1959). Los muestreos se hicieron mediante transectas de 500 metros, cada transecta con 50 lecturas (cada 10m, en marcos de 0,5 m²). Se leyó al menos 1 transecta por UV, determinándose cobertura (%) y densidad (plantas/ha) de las distintas especies vegetales, cobertura de suelo desnudo y de mantillo. En las UV que estaban representadas en sectores cercanos y alejados de la aguada se leyeron dos transectas (una transecta en el sector cerca y otra en el sector alejado) para detectar posibles cambios florísticos según la distancia a la

aguada. No se leyeron transectas en las UV cuya superficie fuera menor al 2% del total del potrero (Quebrachal-lycial, Periserrano, Cauces) (Sawalhah *et al.*, 2016).

3.6.2.2. Caracterización forrajera de las unidades de vegetación del pastizal en estación húmeda y seca

En las principales UV (Garabatal, Peladal, Transición al cauce y Transición a la loma) usando las mismas transectas y marcos de muestreo que en la determinación de la cobertura y densidad de especies, se estimó el forraje disponible a partir del método de corte y cosecha, determinándose la disponibilidad de forraje gramíneo y de latifoliadas (leñosas + herbáceas) en materia seca (kg MS/ha) (Daubenmire, 1959). Las muestras de vegetación, categorizadas en gramíneas y latifoliadas fueron secadas en estufa a 60°C durante 48 hs para luego determinar el peso seco de cada grupo (50 muestras por transecta).

Posteriormente con el fin de estimar proteína bruta (% PB) por el método de Kjeldahl (AOAC, 1990), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA) usando los procedimientos de Goering y Van Soest (1970), las muestras se molieron en un molino Model 4 Thomas Willey, con una malla de 2 mm. Luego se confeccionaron pools de muestras de cada transecta para determinar PB, FDA, y FDN, donde se mezcló el material colectado en las muestras de 1-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50 para así obtener 5 muestras compuestas por transecta para el material gramíneo y 5 para el material de latifoliadas (5 transectas x 5 muestras compuestas x 2 grupos funcionales). Esta metodología se usó también para las determinaciones de estas variables (PB, FDN, FDA) durante el monitoreo de invierno.

3.7. Mediciones sobre los animales

3.7.1. Duración y descripción de las etapas de monitoreo

Para estudiar el movimiento de los animales se utilizaron collares provistos de un geo-posicionador satelital (plaquetas GPS ubicadas dentro de una caja plástica, cerrada herméticamente) (Figura 7). Dicha plaqueta registró la localización del animal a intervalos prefijados de tiempo (10 minutos), con autonomía de 10 a 12 días. La alimentación fue con batería interna de 3.6V. El peso de cada collar es 620g y con memoria para 4095 registros. Los collares fueron fabricados por el laboratorio de agro-

electrónica dependiente del Instituto de Ingeniería Rural-INTA Castelar (Gorandi *et al.*, 2016).



Figura 7. Collar Gps para monitoreo animal.

El desplazamiento del ganado se monitoreó durante 40 días aproximadamente en las estaciones húmeda y seca. El periodo de monitoreo en la estación húmeda se dividió en tres periodos comprendidos desde el 24/02/2016 hasta el 4/04/2016, mientras que en la estación seca los periodos de monitoreo fueron de 10/06/2016 hasta el 29/07/2016, periodos de mayor y menor disponibilidad forrajera, respectivamente.

Considerando la producción anual de forraje de los pastos perennes, se procuró lograr una intensidad de pastoreo no mayor al 50 % de uso (Quiroga *et al.*, 2009). La receptividad estuvo acorde a las cargas recomendadas para la zona, 20-25 ha/animal/año (Quiroga *et al.*, 2009).

En el potrero de estudio, además de las 10 vacas con collares GPS, ingresaron 5 vacas Aberdeen Angus Ecotipo Riojano, 5 Criollo Argentino y 32 vacas media sangre (½ Aberdeen Angus Ecotipo Riojano y ½ Criollo Argentino) que no fueron monitoreadas. Con el ingreso de estos animales se logró que el potrero (1.183 ha) tuviera las cargas recomendadas para la zona (Quiroga *et al.*, 2009). Todas las vacas permanecieron en el potrero durante 1 año entre la primera quincena de enero de 2016 hasta la primera quincena de enero de 2017. Los animales fueron monitoreados en tres etapas de entre 12-15 días aproximadamente en cada estación. Al final de cada etapa de monitoreo se retiraron los collares de los animales, se descargaron los datos a una PC, se limpió la memoria de los collares y luego se procedió a recargar las baterías por 15 hs para nuevamente colocar los collares en los animales (Cuadro 1). Mediante esta secuencia, se procuró obtener al menos de 20-30 días de datos de posición animal, en cada estación, contemplando la pérdida habitual de datos. La selección y asignación de los animales y de los collares al estudio fue aleatoria.

Cuadro 1. Secuencias de cada etapa de monitoreo animal con collares GPS en las estaciones de verano e invierno 2016.

Estación	Período	Fecha
Verano	1	24/02/16 - 08/03/16
	2	10/03/16 - 22/03/16
	3	23/03/16 - 04/04/16
Invierno	1	16/06/16 – 27/06/16
	2	05/07/16 - 16/07/16
	3	22/07/16 - 28/07/16

3.7.1.1. Estudio del desplazamiento animal en pastoreo extensivo

Cada raza se monitoreó simultáneamente con collares GPS en el sitio de estudio para evitar efectos confundidos de la semana de muestreo (Figura 8) (Koppa *et al.*, 2007). Las posiciones de cada animal se re proyectaron al mismo sistema de coordenadas utilizados para el mapa de UV del potrero (SRC: WGS84 EPSG: 4326 utilizando el software QGIS).



Figura 8. Vacas con collares GPS y con ternero al pie. Izquierda AA y derecha CrA.

Como se comentó en apartados anteriores, por medio de la secuencia de monitoreo presentada en el Cuadro 1, se logró tener la mayor cantidad de datos y el menor número

de días perdidos, sin embargo hubo días que debieron descartarse del análisis final, por no cumplir con las condiciones impuestas para considerar un día como válido, (tener al menos el 80% de datos, 115 puntos/día), por ejemplo, en verano los días 1, 14 y en invierno los días 25, 36, no ingresaron al análisis (Cuadro A.1 Anexo). Además hubo días en los cuales sólo un collar para una raza funcionó bien (presentó más del 80 % de los datos), y para otra dos o más collares que funcionaron bien, estos días también se descartaron del análisis final, para no representar a una raza más que a otra. Por ejemplo los días 3, 13, 16, en verano y días 8, 22, 23 del invierno (detalle completo del funcionamiento de los collares en cada estación en Cuadro A.1 Anexo). Finalmente, solo se consideraron días en los que al menos 2 vacas de cada raza estuvieran representadas, de modo que la base de datos quedó conformada por 13 días para verano y 22 días para el invierno.

3.7.1.2. Distancias diarias recorridas

Para obtener las distancias diarias recorridas por cada animal, los datos fueron importados al software Q-gis (Quantum GIS Development Team, 2016), en donde se realizó la conversión de coordenadas geográficas (WGG84, EPSG 4326) a coordenadas planas (WGS84, UTM zona 20 sur, EPSG 32720) generando un archivo de formato shape, a partir del cual se exportó al software estadístico R (R Core Team, 2017) y usando el paquete adehabitatLT (Calenge *et al.*, 2006) se calcularon las distancias entre puntos sucesivos (cada 10 minutos) por vaca, para cada día, en cada raza y estación obteniendo la distancia diaria recorrida (m/día).

Posteriormente, se clasificaron puntos sucesivos tomados cada 10 minutos, como descanso, pastoreo, y desplazamiento, según lo usado por Polanía *et al.* (2013), Mora *et al.* (2014) y Mora Delgado *et al.* (2016), quienes consideran las distancias entre puntos sucesivos como un estimador para diferenciar actividades diarias. Las actividades diarias determinadas fueron descanso, desplazamiento y pastoreo, según la distancia entre puntos sucesivos a 10 minutos sea, <10 m, >200m y entre 10 y 200m, respectivamente (Putfarken *et al.*, 2008).

3.7.1.3. Frecuencia de visita a la aguada

La frecuencia de visitas a la aguada, se calculó como la relación entre el número de días que visitó la aguada cada vaca, por raza y estación y el total de días de monitoreo

(Sheehy, 2007). Los días en que visitó la aguada fueron determinados por la superposición del polígono correspondiente a la aguada y los puntos de cada vaca por raza y estación. Se consideró que fue o visitó la aguada cuando al menos un punto estuviera adentro del polígono (300m largo por 33m ancho, aproximadamente) generado para delimitar la manga por la cual los animales ingresan a la aguada. Si hay puntos en el polígono de la aguada para distintos momentos del día, por ejemplo, a la mañana y a la tarde, se considera que ese día visitó dos veces la aguada (Sheehy, 2007).

3.7.1.4. Uso de sectores del potrero ubicados a distinta distancia de la aguada

Se determinaron tres sectores ubicados según la distancia a la aguada, siguiendo como criterio de división lo propuesto por Holechek *et al.* (2011). Un primer sector cercano a la aguada hasta 1600 m, un segundo sector a media distancia, de 1600 hasta 3200 m, y por último un sector alejado de la aguada a más de 3200 m. De este modo, se pudo tener una visión más clara de la distribución espacial según la distancia a la aguada. El uso promedio de los distintos sectores por los animales en cada estación, se determinó a partir de la superposición de los puntos de GPS clasificados como pastoreo, y el polígono del perímetro del potrero conteniendo los sectores según la distancia a la aguada. Se utilizó el complemento contar puntos en polígonos del software QGIS (Quantum GIS Development Team, 2016). De este modo, se caracterizó el pastoreo animal según la distancia a la aguada, entre estaciones y razas.

3.7.1.5. Área explorada diariamente

El área explorada es definida como la superficie mínima que recorre un animal durante un día en pastoreo (Burt, 1943). La superficie estimada, es un indicador de la capacidad de búsqueda de alimento, individuos con mayor área explorada serían mejores en la búsqueda de alimento para cubrir sus requerimientos diarios.

Para el cálculo del área explorada por animal, por día, raza y estación, se usaron datos de posición animal cada dos horas para controlar el efecto de la autocorrelación temporal de los datos, ya que son medidas repetidas en el tiempo (Perotto Baldivieso *et al.*, 2012). Las posiciones se usaron en coordenadas planas WGS84, UTM zona 20 sur, EPSG 32720, mediante el software Q-GIS (Quantum GIS Development Team, 2016), utilizando la función "Mínimum Convex Poligon" se obtuvo el mínimo polígono convexo

(MCP) que es el estimador del área mínima explorada, por animal, por día, para cada raza y estación.

3.7.1.6. Índice de sinuosidad

El índice de sinuosidad o de tortuosidad es un indicador de cuán recta o serpenteante es la trayectoria de desplazamiento de un animal, lo cual se relaciona con la selectividad de parches o sitios de alimentación (Bovet y Benhamou, 1988, Benhamou, 2004) o con la estructura vertical de la vegetación. Valores cercanos a 0 indican sinuosidad máxima o trayectorias serpenteantes, y cercanos a 1 indican caminos rectos o poco serpenteantes.

El índice de sinuosidad se calculó 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) mediante un programa de JAVA (Sawalhah *et al.*, 2016).

3.7.2. Mediciones en la asociación animal-vegetación

3.7.2.1. Selección de unidades de vegetación del área en pastoreo según índice de Ivlev

La selección de los animales por las diferentes UV se determinó mediante el índice de Ivlev (E; Jacobs, 1974). Éste índice fue calculado para cada animal, raza y estación, por lo que los valores informados corresponden al índice promedio por raza, estación y UV. Para su cálculo se usaron solo los puntos que según metodología se clasificaron como pastoreo (Putfarken *et al.*, 2008).

El Índice de Ivlev (E; Jacobs, 1974) de una determinada UV (E i) se calculó en base a la ecuación 4.

$$E i = \frac{f_{loc i} - p_{UV i}}{f_{loc i} + p_{UV i}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde: E i : Índice de Ivlev de la UV i .

$f_{loc i}$: frecuencia de locaciones en UV i .

$p_{UV i}$: participación de la UV i .

i : animal.

Las *loc i* se calcularon a partir de la superposición de los puntos de GPS de cada animal, clasificados como pastoreo, y el mapa de UV. La superficie relativa de la UV i ($\frac{pUV i}{Area Total}$), usando la calculadora de campos del software QGIS 2.8.9 (Quantum GIS Development Team, 2016).

Valores iguales a 1 indican selección de un ambiente, mientras que valores iguales a -1 indican evitación. Valores cercanos o iguales a 0 representan indiferencia por el ambiente (Putfarken *et al.*, 2008).

3.8. Análisis estadístico

Las variables de respuesta se analizaron mediante modelos lineales clásicos y modelos lineales de efectos mixtos, contemplando la estructura de medidas repetidas en el tiempo en los casos correspondientes (Pinheiro *et al.*, 2013). Los modelos finales seleccionados variaron según la variable de respuesta, los cuales se muestran en el Cuadro 2. La síntesis de cómo se llegó a cada modelo final, según la variable de respuesta, se presentará junto con los resultados de cada variable (sección Resultados). Según el modelo, se consideró la estación, la raza (y sus posibles interacciones) como efectos fijos, mientras que animal y día se consideraron como efectos aleatorios (Cuadro 2). Para las variables relacionadas a la vegetación (disponibilidad forrajera, PB, FDA, FDN), se analizaron con modelos lineales considerando la estación, el grupo funcional y la unidad de vegetación (y sus posibles interacciones) como efectos fijos (Cuadro 2).

En el caso de variables asimétricas por falta de normalidad en la distribución de los datos, se transformaron mediante la transformación adecuada en cada situación. En algunos casos se incorporó una estructura de correlación autorregresiva entre los errores de la misma vaca dentro de una misma estación. Se modeló la heterogeneidad de varianzas de error en las variables donde fue necesario. Las comparaciones entre modelos ajustados y su significancia se probaron mediante test de cocientes de máxima verosimilitud restringida (Pinheiro *et al.*, 2013). Las comparaciones múltiples se realizaron mediante contrastes, trabajando con un nivel de significación del 5% para considerar efectos significativos. Los análisis se efectuaron empleando el software R (R Core Team 2017) mediante la interfaz RStudio (Versión 0.99.903), los ajustes de modelos mixtos se realizaron con el paquete nlme (Pinheiro *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Variables estudiadas, con sus respectivas unidades, transformaciones y modelo ajustado final.

Variable	Unidad	Transformación	Modelo final
Disponibilidad de gramíneas y latifoliadas (leñosas latifoliadas herbáceas) +	(Kg MS/ha)	-	lm (disponibilidad~uv*estación)
PB de gramíneas y latifoliadas	PB %	-	lm (PB ~grupo*estación) lm (PB ~uv*estación)
FDN de gramíneas y latifoliadas	FDN %	-	lm (FDN ~uv*estación)
FDA de gramíneas y latifoliadas	FDA %	-	lm (FDA ~uv*estación)
Distancia diaria	(m/día)	-	lme (distancia~raza*estación, random=~1 animal, weights=varIdent(form=~1 raza/estación))
Área explorada	(ha/día)	Log (área explorada)	lme (log (área)~raza*estación, random=~1 animal/estación, weights= varIdent (form=~1 raza*estación))
Índice de sinuosidad	Adimensional (0-1)	-	gls (sinuosidad~raza*estación, weights = varIdent (form=~1 raza))
Tiempo en pastoreo, descanso y desplazamiento	(hs/día)	-	lme (pt.pastoreo~raza*estación,random=~1 animal) lme(pt.descanso~raza*estación,random=~1 animal) gls(pt.desplazamiento~ raza*estación,weights= varIdent (form=~1 estacion))
Frecuencia de visita a la aguada	(Nº veces/día)	-	lm (frec.aguada ~raza*estación)
Uso de sectores del potrero ubicados a distinta distancia de la aguada	(Porcentaje de uso / periodo de estudio)	-	gls (Uso.cerca ~ raza* estación,weights= varIdent(form=~1 estación)) lm (Uso.medio ~ raza*estación) lm (Uso.Lejos ~ raza*estación)
Índice de lvlev	Adimensional (1; 0; -1)	-	gls ((IV.verano~UV*raza),weights= varIdent(form=~1 UV) gls ((IV.invierno~UV*raza),weights= varIdent(form=~1 UV)

lm: modelo lineal; **lme:** modelo lineal de efectos mixtos; **gls:** modelo lineal ajustado por mínimos cuadrados

4. RESULTADOS

4.1. Datos meteorológicos

Durante el año en que se llevó a cabo la investigación (2016) la precipitación fue 400 mm (143 mm en verano y 51 mm en invierno). En los meses de abril a junio (se registraron 104 mm, un fenómeno poco frecuente ya que el promedio histórico de precipitación para ese periodo es menor a 30 mm (Cabido *et al.*, 1993). La temperatura en cambio se mantuvo dentro de los rangos normales, siendo el promedio del verano 30°C y durante el invierno 15°C.

Figura 9. Precipitación ocurrida durante el año de monitoreo animal con collares GPS y relevamiento de la oferta forrajera.

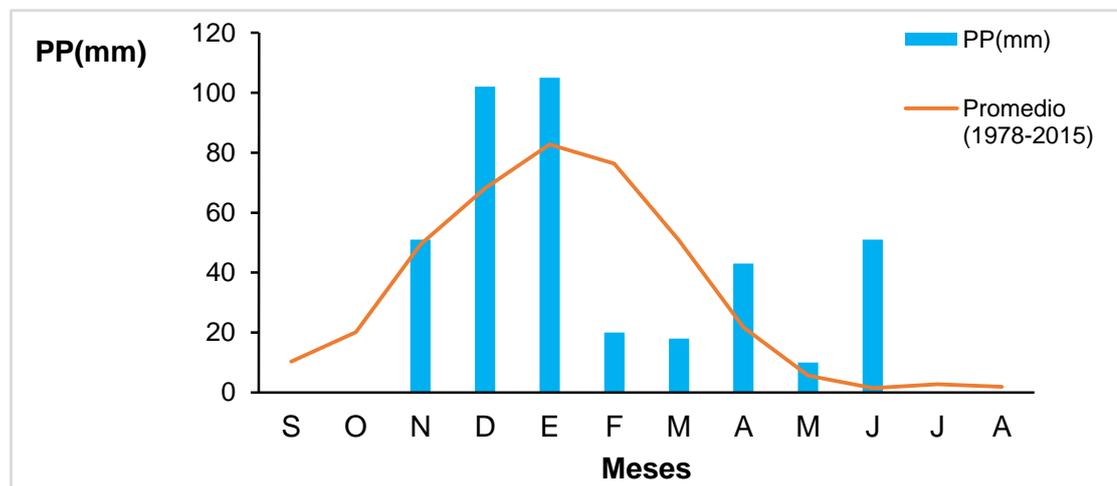
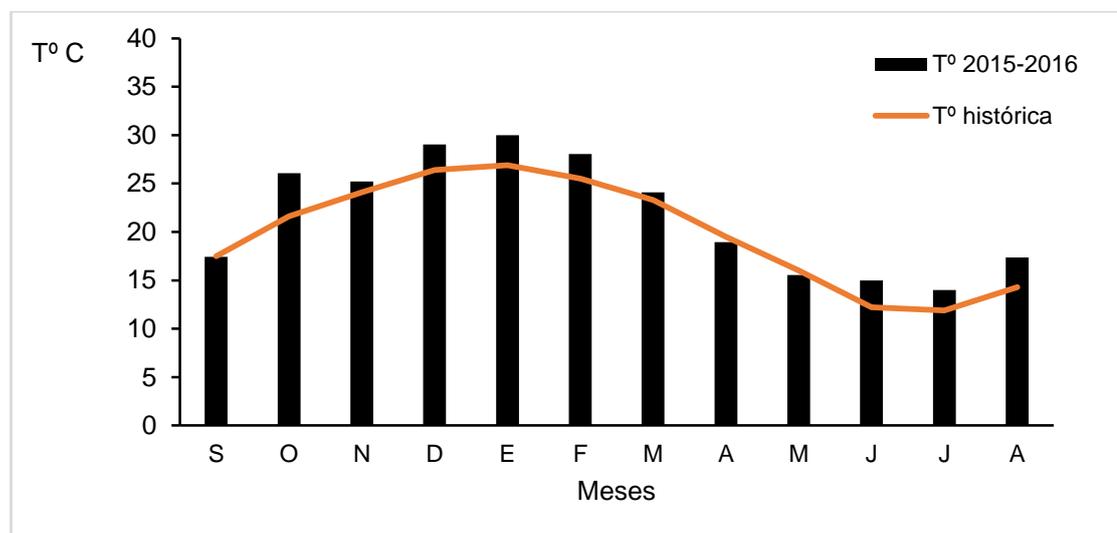


Figura 10. Temperaturas ocurridas durante el año de monitoreo animal con collares GPS y relevamiento de la oferta forrajera.



4.2. Vegetación

4.2.1. Caracterización de las unidades de vegetación del pastizal

A partir de la información de la figura 9 (mapa de UV), se establecieron transectas en las UV en que la superficie fuese mayor al 5 % de la superficie total del potrero. Las UV caracterizadas mediante cobertura, densidad de especies y disponibilidad forrajera por medio de transectas fueron, Peladal, Transición al Cauce, Transición a la Loma y Garabatal. La UV Peladal, unidad más cercana a la aguada representó un 11 % de la superficie total en pastoreo (139 ha), siendo además la con menor disponibilidad de forraje y con el mayor porcentaje de suelo desnudo (58-60%). Desde el punto de vista estructural, esta UV es un arbustal muy abierto, donde las especies más características fueron *Prosopis flexuosa*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Larrea divaricata* y *Xeroaloyisia ovatifolia* (Nanofanerófitas, según clasificación de Raunkiaer, 1934), *Cordobia argentea* (Enredadera) y *Bouteloua aristidoides* (Terófitas) (Cuadros 3, 4).

La UV Transición al cauce, ubicada a una distancia media de la aguada (alrededor de 2500 m) representa un 24% de la superficie total en pastoreo (284 ha). Presenta un 40-52% de suelo desnudo. Es un arbustal abierto, al igual que Peladal pero con mayor abundancia de pastos perennes y anuales. Los principales pastos presentes en los muestreos fueron *Setaria sp.*, *Gouinia paraguayensis*, *Sporobolus pyramidatus*, *Papophorum sp* (Hemicriptófitas) (Cuadros 3, 4).

Las UV que mayor superficie ocupan en el área en pastoreo son Transición a la Loma y Garabatal representando el 26% (306 ha) y 34% (398 ha) del potrero, respectivamente. Transición a la loma ubicada principalmente, a una distancia intermedia, de 3000-5000 m de la aguada. Es un arbustal semi-cerrado, con mayor densidad de *Cordobia argentea* (Enredadera) y menor abundancia de especies leñosas (Nanofanerófitas) y pastos perennes (Hemicriptófitos) que la UV Transición al Cauce (Cuadros 3, 4).

Por último, Garabatal, la UV que en su mayoría está más alejada de la aguada (más 4500 m) y la de mayor superficie en el área total en pastoreo, es un arbustal cerrado de *Acacia furcatispina* y *Xeroaloyisia ovatifolia* (Nanofanerófitas) y con abundantes pastos en el estrato inferior, por lo general perennes y de buena calidad forrajera, como *Setaria pampeana*, *Gouinia paraguayensis*, *Chloris sp.*, *Trichloris crinita*, y *Trichloris pluriflora* (Hemicriptófitas) (Cuadros 3, 4).

Cuadro 3. Superficie y aporte relativo de las UV a la superficie total en pastoreo (1183 ha).

Unidades de Vegetación	Superficie por ambiente (ha)	Participación de la UV (%)
Transición loma	306,40	25,90
Transición cauce	283,18	23,94
Garabatal	397,53	33,60
Peladal	138,38	11,70
Otros	57,53	4,87

Cuadro 4. Cobertura y densidad según grupos funcionales de la vegetación, mantillo, y suelo desnudo presentes en los censos de vegetación de verano e invierno realizados en cada UV del pastizal.

UV	Grupo Funcional	Verano		Invierno	
		Cobertura (%)	Densidad (plt/ha)	Cobertura (%)	Densidad (plt/ha)
Peladal	Arboles	4,62	96	0,65	48
	Arbustos	17,14	1040	12,52	368
	Gramíneas	1,45	528	5,56	1384
	Latifoliadas	1,25	448	0,80	256
	Mantillo	14,65		20,50	
	Suelo desnudo	53,20		57,95	
Garabatal	Arboles	24,95	16	0,80	0
	Arbustos	12,00	1504	23,25	768
	Gramíneas	10,25	1920	11,30	1104
	Latifoliadas	0,85	272	0,35	48
	Mantillo	28,40		23,70	
	Suelo desnudo	36,35		47,80	
Transición a la Loma	Arboles	3,70	32	3,90	16
	Arbustos	22,70	1176	15,55	456
	Gramíneas	6,93	904	9,95	984
	Latifoliadas	1,43	304	0,95	240
	Mantillo	23		28,15	
	Suelo desnudo	29		58,05	
Transición al Cauce	Arboles	5,81	64	1,45	8
	Arbustos	16,58	1040	18,30	232
	Gramíneas	9,86	2384	12,05	1792
	Latifoliadas	0,63	424	3,68	416
	Mantillo	23,13		28,15	
	Suelo desnudo	32,70		36,40	

4.2.2. Caracterización de la disponibilidad forrajera por unidad de vegetación

Dado que en análisis preliminares la disponibilidad forrajera mostró interacción triple de grupo (latifoliadas y gramíneas) por estación (verano e invierno) y unidad de vegetación (UV) ($p=0,0017$), para facilitar los análisis e interpretación de los resultados se analizó la disponibilidad forrajera de cada UV por grupo dentro de cada estación. Es decir se analizó por separado la disponibilidad de gramíneas y latifoliadas en cada estación considerando las UV presentes. Para el análisis de gramíneas y latifoliadas se ajustó un modelo lineal donde los efectos fijos fueron la UV, la estación y su interacción. Además, se modeló la heterogeneidad de varianzas de error ($p<0,0001$).

Se detectó interacción entre UV y estación para la disponibilidad de latifoliadas ($p=0,0001$). Durante el verano, Transición a la Loma (444,00 Kg MS/ha) y Transición al Cauce (400,60 Kg MS/ha) presentaron los mayores valores de disponibilidad, mientras que los menores se registraron en Peladal (207,60 Kg MS/ha) y Garabatal (166,20 Kg MS/ha). En cambio, durante el invierno no se encontraron diferencias en los valores de disponibilidad en latifoliadas entre las UV ($p=0,1245$), siendo la disponibilidad promedio de 124,76 kg MS/ha (Cuadro 5).

El análisis de cada UV entre estaciones, mostró que Transición a la Loma, Transición al Cauce y Peladal, presentaron valores más altos de disponibilidad de latifoliadas en verano que en invierno ($p=0,0212$), no presentando diferencias en disponibilidad de latifoliadas entre estaciones Garabatal ($p=0,1904$).

Cuadro 5. Disponibilidad forrajera (media \pm 1 error estándar) por UV de latifoliadas (incluyendo especies leñosas y herbáceas).

Disponibilidad promedio de latifoliadas (kg MS/ha)		
UV	Verano	Invierno
Garabatal	166,20 ^{Ab} \pm 62,82	153,02 ^{Aa} \pm 22,46
Peladal	207,60 ^{Ab} \pm 88,85	106,63 ^{Ba} \pm 31,76
Transición cauce	400,60 ^{Aa} \pm 76,22	121,90 ^{Ba} \pm 27,50
Transición loma	444,00 ^{Aa} \pm 76,34	117,50 ^{Ba} \pm 27,52

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en fila o minúscula en columna indican diferencias no significativas entre estaciones y UV, respectivamente ($p<0,05$). n: 50 muestras por UV en cada estación.

La disponibilidad de gramíneas no presentó interacción de UV por estación ($p=0,3212$). Tampoco presentó diferencias entre estaciones ($p=0,1981$), siendo la disponibilidad promedio 143 kg MS/ha. Sin embargo, se detectó efecto significativo de UV ($p<0,0001$), siendo Garabatal la UV con mayor disponibilidad de gramíneas (215,84

kgMS/ha), seguida por Transición al Cauce (119,75 kg MS/ha) y Transición a la Loma (135,68 kg MS/ha), siendo la de menor disponibilidad de gramíneas Peladal (13,95 kg MS/ha) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Disponibilidad de gramíneas (media \pm 1 error estándar) por UV.

Disponibilidad promedio de gramíneas (kg MS/ha)			
UV	Verano	Invierno	Media de los niveles de UV
Garabatal	221,18 \pm 32,24	210,50 \pm 23,06	215,84 ^a
Peladal	19,28 \pm 3,43	8,63 \pm 2,14	13,95 ^c
Transición Cauce	125,08 \pm 20,12	114,42 \pm 16,65	119,75 ^b
Transición Loma	141,02 \pm 28,43	130,34 \pm 17,52	135,68 ^b
Media de los niveles de estaciones	126,64 ^A	115,97 ^A	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en fila o minúsculas en columna indican diferencias no significativas entre estaciones y UV, respectivamente ($p < 0,05$).

4.2.3. Caracterización nutricional de las UV

En el análisis de proteína bruta (PB%) para caracterizar la calidad, no se detectó interacción de grupo funcional por estación ($p=0,4964$), siendo los contenidos de proteína bruta (PB %) mayores en verano (10,90%) que en invierno (8,37%) ($p < 0,0001$). El grupo latifoliadas presentó mayores valores de PB (10,98%) que gramíneas (8,28%) ($p < 0,0001$), tal como se observa en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Contenido promedio de proteína bruta, (media \pm 1 error estándar) por grupo (latifoliadas y gramíneas) durante verano e invierno.

Proteína bruta (%)			
Grupo	Verano	Invierno	Media de los niveles de grupo
Gramíneas	9,46 \pm 0,26	7,11 \pm 0,20	8,28 ^b
Latifoliadas	12,33 \pm 0,32	9,63 \pm 0,25	10,98 ^a
Media de los niveles de estación	10,90 ^A	8,37 ^B	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en fila o minúsculas en columna indican diferencias no significativas entre estación o grupo, respectivamente ($p < 0,05$).

Además, el contenido de PB de latifoliadas por UV no mostró interacción de UV por estación ($p=0,1864$). Si fue significativo ($p < 0,0001$) el efecto de la estación, siendo mayores los contenidos de PB en verano (11,98%) que en invierno (9,70%). No se

encontraron diferencias significativas en los contenidos de PB entre las UV ($p=0,7812$), siendo el contenido promedio 10,92% (Cuadro 8).

El análisis del contenido de FDN en las muestras de latifoliadas, no presentó interacción de UV y estación ($p=0,6076$). Se detectó efecto de la estación del año ($p=0,0079$), siendo el contenido de FDN menor en verano (54,63%) que en invierno (59,68%). No se detectó efecto significativo de la UV ($p=0,8126$), por lo que los contenidos de FDN en latifoliadas fueron similares entre UV, siendo el promedio (57,15%) (Cuadro 9).

El análisis del contenido de FDA en las muestras de latifoliadas, no presentó interacción de UV por estación ($p=0,9432$). Se detectó efecto de la estación del año ($p<0,0001$), por lo que el contenido de FDA en latifoliadas fue menor en verano (35,60%) que en invierno (43,41%). El efecto de UV no fue significativo ($p=0,9778$), por lo que el contenido de FDA de latifoliadas no difirió entre UV, siendo el promedio (39,50%) (Cuadro 9).

Cuadro 8. Contenido promedio de proteína bruta (media \pm 1 error estándar), y fibra detergente neutra, fibra detergente ácida para latifoliadas en las distintas UV durante verano e invierno.

UV	Latifoliadas					
	Verano			Invierno		
	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Transición Loma	12,78 ^{Aa} $\pm 0,77$	55,51 ^{Aa} $\pm 1,07$	36,30 ^{Aa} $\pm 2,41$	9,03 ^{Ba} $\pm 0,51$	58,31 ^{Ba} $\pm 0,59$	42,94 ^{Ba} $\pm 1,66$
Transición Cauce	11,60 ^{Aa} $\pm 0,55$	55,23 ^{Aa} $\pm 0,95$	35,34 ^{Aa} $\pm 1,03$	9,94 ^{Ba} $\pm 0,68$	58,29 ^{Ba} $\pm 1,22$	42,95 ^{Ba} $\pm 2,36$
Garabatal	12,30 ^{Aa} $\pm 0,81$	53,35 ^{Aa} $\pm 1,28$	34,79 ^{Aa} $\pm 0,87$	10,10 ^{Ba} $\pm 0,51$	59,16 ^{Ba} $\pm 1,70$	43,72 ^{Ba} $\pm 3,06$
Peladal	12,91 ^{Aa} $\pm 0,70$	54,45 ^{Aa} $\pm 3,17$	35,89 ^{Aa} $\pm 4,25$	9,71 ^{Ba} $\pm 0,70$	62,94 ^{Aa} $\pm 3,09$	44,53 ^{Aa} $\pm 3,38$

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en fila o minúsculas en columna para cada variable, indican diferencias no significativas entre estación o UV, respectivamente ($p<0,05$).

Los análisis del contenido de PB en las muestras de gramíneas, no presentaron interacción de UV por estación ($p=0,1110$). Se detectó efecto de la estación del año, siendo los contenidos de PB mayores en verano (10,23%) que en invierno (7,14%) ($p<0,0001$). Además, fue significativo en efecto de UV ($p=0,0212$), siendo el valor de PB más alto encontrado en Garabatal (9,16%) y los menores en Peladal (8,48%) y transición

al cauce (8,37%), mientras que Transición a la Loma (8,73%) tubo valores intermedios a los antemencionados (Cuadro 9).

El contenido de FDN en las muestras de gramíneas, no presentó interacción UV por estación ($p=0,2346$). Se detectó efecto de la estación del año ($p<0,0001$), siendo los valores de FDN menores en verano (69,30%) que en invierno (77,16%). El efecto de UV también fue significativo ($p<0,0001$), siendo Garabatal (69,68%) la UV que presentó los menores valores de FDN, difiriendo significativamente con las demás UV, mientras que el resto no difirieron entre sí (Cuadro 9).

El análisis del contenido de FDA en las muestras de gramíneas, no presentó interacción UV por estación ($p=0,2557$). Se detectó efecto de la estación del año ($p<0,0001$), por lo que el contenido de FDA fue menor en verano (35,94%) que en invierno (42,30%). El efecto de UV no fue significativo ($p=0,2041$). Por lo que el contenido de FDA de gramíneas fue similar entre UV, siendo el promedio (39,12%) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Contenido promedio de proteína bruta (media \pm 1 error estándar), y fibra detergente neutra, fibra detergente acida para las gramíneas en las distintas UV durante verano e invierno.

UV	Gramíneas					
	Verano			Invierno		
	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Transición Loma	8,85 ^{Ab} $\pm 0,34$	70,92 ^{Ab} $\pm 1,37$	36,61 ^{Aa} $\pm 1,39$	7,20 ^{Bab} $\pm 0,62$	78,59 ^{Bb} $\pm 0,85$	38,91 ^{Ba} $\pm 1,33$
Transición cauce	9,86 ^{Aab} $\pm 0,40$	69,78 ^{Ab} $\pm 0,69$	34,51 ^{Aa} $\pm 2,12$	6,83 ^{Bbc} $\pm 0,30$	77,16 ^{Bb} $\pm 0,38$	42,71 ^{Ba} $\pm 1,94$
Garabatal	10,71 ^{Aa} $\pm 0,32$	64,68 ^{Aa} $\pm 0,32$	33,79 ^{Aa} $\pm 1,68$	7,62 ^{Ba} $\pm 0,52$	74,69 ^{Ba} $\pm 0,43$	42,05 ^{Ba} $\pm 2,13$
Peladal	8,84 ^{Abc} $\pm 0,42$	71,83 ^{Ab} $\pm 0,93$	38,85 ^{Aa} $\pm 1,63$	6,94 ^{Bc} $\pm 0,30$	78,19 ^{Bb} $\pm 0,49$	45,53 ^{Ba} $\pm 1,10$

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en fila o minúsculas en columna para cada variable, indican diferencias no significativas entre estación o UV, respectivamente ($p<0,05$).

4.3. Animales

4.3.1. Distancia diarias recorridas

El modelo seleccionado para la distancia diaria contempló como efectos fijos los efectos de la raza, la estación del año y su interacción, y como efecto aleatorio los animales ($p=0,0172$), no resultando significativo el efecto aleatorio de la estación dentro de vaca ($p=0,9997$), además fue necesario modelar la heterogeneidad de varianzas de error ($p=0,0254$) estimando distintas varianzas de error para cada combinación de raza y estación, pero no la autocorrelación de observaciones sucesivas dentro del mismo animal propuestas a priori en un modelo inicial ya que no fue necesario ($p=0,9999$).

En el análisis estadístico se evaluó la posible interacción de los efectos de factores principales raza y estación, siendo el “valor de p” encontrado muy cercano a 0,05, por lo que se consideró que la interacción de raza por estación fue marginalmente significativa ($p=0,0518$), por lo cual se analizó dentro de cada estación los niveles del factor raza. Durante el invierno las distancias diarias fueron similares entre CrA (6254 m/día) y AA (5412 m/día) ($p=0,1330$), tampoco durante el verano se encontraron diferencias significativas entre CrA (4904 m/día) y AA (5692 m/día) ($p=0,4450$). Además, no se encontraron diferencias entre estaciones para la raza AA ($p=0,8995$), siendo las registradas durante el verano (5692 m/día) y en invierno (5412 m/día), sin embargo la raza CrA ($p=0,0274$) presentó diferencias, siendo las distancias recorridas en invierno (6264 m/día) mayores a las del verano (4824 m/día). Por lo tanto, las distancias recorridas solamente presentaron diferencias en la raza CrA, superando los valores del invierno a los del verano (Cuadro 10).

Cuadro 10. Distancia diaria recorrida, (media \pm 1 error estándar) por el ganado Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) durante el verano e invierno en un potrero de pastizal natural.

Raza	Distancia diaria (m/día)	
	Verano	Invierno
AA (n= 2-5)	5692 ^{Aa} \pm 607	5412 ^{Aa} \pm 450
CrA (n= 2-5)	4824 ^{Aa} \pm 512	6264 ^{Ba} \pm 362

^{ABa} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p<0,05$).

4.3.2. Área Explorada

Para seleccionar el modelo final del área explorada, al detectarse asimetría por falta de normalidad en la distribución de los datos ($p=0,0001$), se analizó la variable transformada por el logaritmo. Además se detectó heterogeneidad de varianzas de error entre la combinación de estación y raza ($p<0,0026$), por lo que ésta se incorporó al modelo. El modelo seleccionado incorporó como efectos fijos, raza, estación y su interacción, como efecto aleatorio la vaca ($p=0,0159$) para modelar la correlación entre las observaciones sucesivas sobre el mismo animal.

En el análisis estadístico de esta variable se evaluó la posible interacción de los efectos de los factores principales raza y estación, siendo significativa dicha interacción ($p=0,0077$). Por lo tanto, se compararon los efectos del factor raza dentro de cada nivel del factor estación.

El área explorada de AA (66,42 ha/día) fue mayor a la de CrA (29,58 ha/día) en verano ($p=0,0094$), en cambio durante el invierno no se encontraron diferencias significativas entre razas ($p=0,2729$), siendo el área explorada de CrA (80,47 ha/día) similar a la de AA (53,10 ha/día).

El análisis entre estaciones dentro de cada raza, detectó que el área explorada del CrA fue mayor en invierno (80,47 ha/día) que en verano (29,58 ha/día) ($p=0,0001$), en cambio, para AA no se detectó diferencias significativas entre estaciones ($p=0,7253$), siendo 66,42 y 53,10 ha/día el área explorada para verano e invierno, respectivamente (Cuadro 10 y Figura 11).

Cuadro 11. Área explorada por ganado Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno, estimados por el método del polígono mínimo convexo (Log área explorada \pm 1 error estándar).

Raza	Área explorada (ha/día)	
	Verano	Invierno
AA (n= 2-5)	66,42 ^{Aa} (4,20 \pm 0,19)	53,10 ^{Aa} (3,97 \pm 0,25)
CrA (n= 2-5)	29,58 ^{Bb} (3,39 \pm 0,21)	80,47 ^{Aa} (4,52 \pm 0,15)

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p<0,05$).

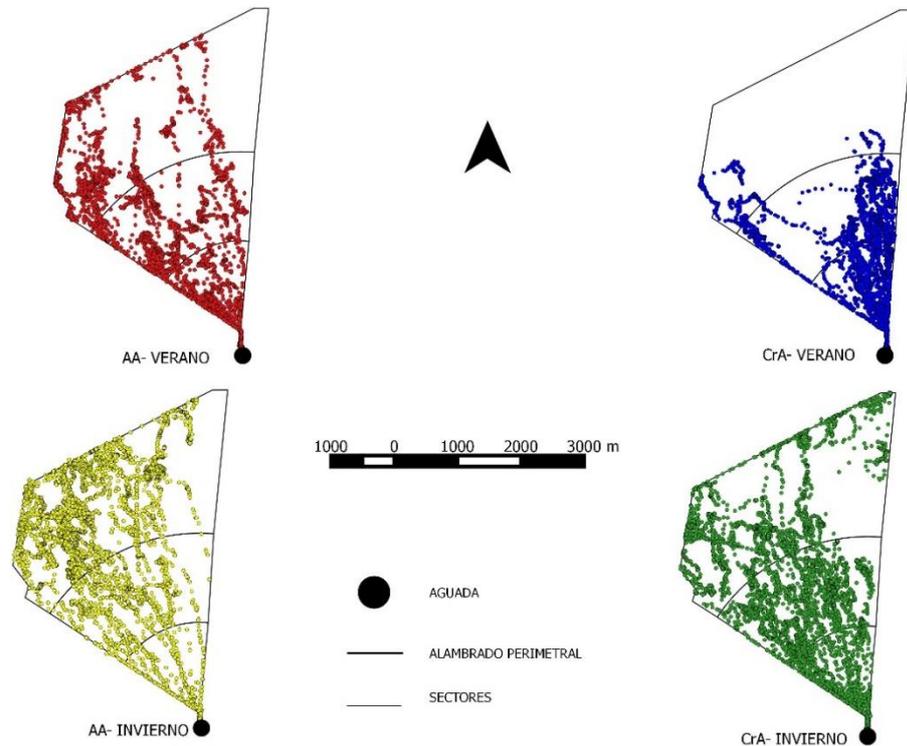


Figura 11. Distribución espacial del recorrido total de 2-5 vacas Aberdeen Angus (AA) y 2-5 Criollo Argentino (CrA) durante las dos estaciones evaluadas. Las líneas en semicírculo marcan los límites de distancia a la aguada (<1600, entre 1600-3200 y >3200 m, siendo cerca, medio y lejos de la aguada respectivamente).

4.3.3. Índice de Sinuosidad

Para el índice de sinuosidad se seleccionó un modelo que incorporó como efectos fijos la raza, estación y su interacción, no fue necesario incorporar el efecto aleatorio de vaca ($p=0,9998$), sin embargo como se detectó heterogeneidad de varianzas de error entre razas ($p=0,0006$), ésta se incorporó al modelo.

En el análisis estadístico de esta variable se evaluó la posible interacción entre los efectos de los factores principales raza y estación, sin ser significativa dicha interacción ($p=0,1205$). Los efectos del factor principal raza fue significativo ($p=0,0412$), siendo las trayectorias de las vacas CrA (0,27) más sinuosas que las de vacas AA (0,30). Además, el efecto del factor estación también fue significativo ($p=0,0279$), por lo que las trayectorias de las vacas fueron más sinuosas en verano (0,27) que en invierno (0,29) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Índice de sinuosidad en el recorrido, (media \pm 1 error estándar), del ganado Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno.

Índice de sinuosidad			
Raza	Verano	Invierno	Promedio de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	0,29 \pm 0,02	0,31 \pm 0,02	0,30 ^b
CrA (n= 2-5)	0,26 \pm 0,02	0,28 \pm 0,01	0,27 ^a
Promedio de los niveles de estación	0,27 ^A	0,29 ^B	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p < 0,05$).

4.4. Actividades diarias

4.4.1. Tiempo diario dedicado a pastoreo, descanso y desplazamiento.

Para el análisis de los datos del tiempo dedicado a cada actividad se seleccionó un modelo que incorporó como efecto fijo la raza, estación y su interacción, donde fue necesario incorporar el efecto aleatorio de las vacas ($p < 0,0001$), no detectándose heterogeneidad de varianzas de error entre razas ($p = 0,3918$). Se analizó cada actividad por separado, ya que al presentar correlación negativa entre las componentes de la actividad diaria, no se encontró un modelo que convergiera en el análisis en conjunto.

En el tiempo diario que le dedicó cada raza a pastoreo se evaluó la posible interacción de los efectos de los factores principales raza y estación, sin ser significativa dicha interacción ($p = 0,4635$). No se detectó efecto significativo de raza ($p = 0,8182$), ni de estación ($p = 0,9191$) para ésta variable. En este sentido, el tiempo promedio que los animales de ambas razas le dedicaron al pastoreo fue 9,68 hs/día (Cuadro 13).

Cuadro 13. Promedios estimados del tiempo diario, (media \pm 1 error estándar) dedicado al pastoreo por Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno pastoreando un potrero de pastizal natural (1183 ha).

Tiempo diario dedicado al pastoreo (hs/día)			
Raza	Verano	Invierno	Promedio de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	9,76 \pm 0,48	9,52 \pm 0,44	9,64 ^a
CrA (n= 2-5)	9,61 \pm 0,49	9,84 \pm 0,44	9,72 ^a
Promedio de los niveles de estación	9,68 ^A	9,68 ^A	

^{Ab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p < 0,05$).

Para el análisis de los datos del tiempo dedicado a descanso se seleccionó un modelo que incorporó como efecto fijo la raza, estación y su interacción, donde fue necesario incorporar el efecto aleatorio de las vacas ($p < 0,0001$), pero no fue necesario modelar la heterogeneidad de varianzas de error entre razas ($p = 0,6008$).

En el tiempo diario que le dedicó cada raza a descanso no se detectó interacción raza por estación ($p = 0,2232$), tampoco efecto de estación ($p = 0,7834$), ni de razas ($p = 0,8953$) (Cuadro 14). En este sentido, el tiempo promedio dedicado a descanso fue 13,10 hs/día.

Cuadro 14. Promedios estimados del tiempo diario, (media \pm 1 error estándar), dedicado al descanso por Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno pastoreando un potrero de pastizal natural (1183 ha).

Tiempo diario dedicado a descanso (hs/día)			
Raza	Verano	Invierno	Promedio de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	12,96 \pm 0,52	13,27 \pm 0,46	13,12 ^a
CrA (n= 2-5)	13,45 \pm 0,54	12,83 \pm 0,47	13,14 ^a
Promedio de los niveles de estación	13,21 ^A	13,05 ^A	

^{Aa} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p < 0,05$).

Para el análisis de los datos del tiempo dedicado a desplazamiento se seleccionó un modelo que incorporó como efecto fijo la raza, estación y su interacción, donde no fue necesario incorporar el efecto aleatorio de las vacas ($p < 0,9997$). Se detectó heterogeneidad de varianzas de error entre razas ($p = 0,0014$) y ésta se incorporó al modelo.

El tiempo que le dedicó cada raza al desplazamiento no presentó interacción raza por estación ($p=0,1146$). El efecto del factor raza fue significativo para desplazamiento ($p=0,0009$), siendo el tiempo dedicado a desplazamiento mayor en animales de raza AA (1,73 hs/día) que en CrA (1,24 hs/). El efecto del factor estación también fue significativo ($p=0,0109$), siendo el tiempo dedicado a desplazamiento mayor en invierno (1,66 hs/día) que en verano (1,32 hs/día) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Promedios estimados del tiempo diario, (media \pm 1 error estándar), dedicado al desplazamiento por Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno pastoreando un potrero de pastizal natural (1183 ha).

Tiempo diario dedicado a desplazamiento (hs/día)			
Raza	Verano	Invierno	Promedio de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	1,67 \pm 0,14	1,79 \pm 0,15	1,73 ^a
CrA (n= 2-5)	0,96 \pm 0,14	1,52 \pm 0,13	1,24 ^b
Promedio de los niveles de estación	1,32 ^B	1,66 ^A	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p<0,05$).

4.4.2. Frecuencia en la visita a la aguada

El modelo ajustado para la frecuencia de visita a la aguada incluyó como efectos fijos la raza, la estación y su interacción. No fue necesario incluir en el modelo los efectos aleatorios de vaca ($p=0,5746$), ni modelar la heterogeneidad de varianzas de error ($p=0,8998$).

El análisis estadístico de la frecuencia de visita a la aguada no mostró interacción entre raza y estación ($p=0,4887$). El efecto del factor raza fue significativo ($p<0,0001$), siendo la frecuencia de visita a la aguada mayor en animales CrA (0,81 veces/día) que en AA (0,56 veces/día). Además, el efecto del factor estación también fue significativo ($p=0,0021$), siendo mayor la frecuencia de visita a la aguada en verano (0,76 veces/día) que en invierno (0,61 veces/día) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Frecuencia de visita a la aguada de vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno (media \pm 1 error estándar).

Frecuencia de visita a la aguada (veces /día)			
Raza	Verano	Invierno	Promedio de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	0,64 \pm 0,04	0,49 \pm 0,04	0,56 ^b
CrA (n= 2-5)	0,89 \pm 0,04	0,74 \pm 0,03	0,81 ^a
Promedio de los niveles de estación	0,76 ^A	0,61 ^B	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p < 0,05$).

4.4.3. Uso de sectores del potrero ubicados a distinta distancia de la aguada

Para el análisis de datos de uso de sectores clasificados según la distancia a la aguada, se ajustó un modelo lineal para cada sector, por lo que el modelo para el sector cerca (<1600 m) incluyó como efecto fijo la raza, la estación y su interacción, y se modeló entre estaciones la heterogeneidad de varianzas de error ($p = 0,0004$). No se incluyó en el modelo el efecto aleatorio de vaca ya que no fue necesario ($p = 0,9999$).

El uso del sector cerca (<1600 m) no mostró interacción raza por estación ($p = 0,2408$). El efecto del factor raza fue significativo ($p = 0,0002$), usando las vacas CrA más tiempo este sector (33,52%) que las AA (11,19%). El efecto de la estación también fue significativo ($p = 0,0025$), siendo mayor la preferencia por este sector en verano (34,36%) que en invierno (10,34%) (Cuadro 17).

Cuadro 17. Uso del sector más cercano a la aguada, (media \pm 1 error estándar) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno.

Uso sector Cerca <1600m (%)			
Raza	Verano	Invierno	Media de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	18,23 \pm 1,54	4,15 \pm 1,00	11,19 ^b
CrA (n= 2-5)	50,49 \pm 1,75	16,54 \pm 1,41	33,52 ^a
Media de los niveles de estaciones	34,36 ^A	10,34 ^B	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas indican diferencias no significativas entre estación y razas, respectivamente ($p < 0,05$).

El modelo para el sector ubicado a distancia intermedia de la aguada (1600-3200m) incluyó como efecto fijo la raza, la estación y su interacción. No hizo falta modelar la

heterogeneidad de varianzas de error ($p=0,5253$), ni los efectos aleatorios de vaca ($p=0,4272$).

El uso del sector ubicado a distancia intermedia de la aguada (1600- 3600 m), presentó interacción de raza por estación ($p=0,0261$) de modo que durante el verano no se encontraron diferencias significativas ($p=0,2530$) en el uso entre AA (50,56%) y CrA (41,62%). Tampoco, durante el invierno se encontraron diferencias significativas ($p=0,2410$) en el uso de este sector entre AA (23,62%) y CrA (41,38%) (Cuadro 18).

Por otro lado, el análisis entre estaciones detectó diferencias significativas en AA, siendo mayor el uso de éste sector en verano (50,56%) que en invierno (23,62%) ($p=0,0113$); en cambio CrA no difirió en el uso de este sector entre estaciones, siendo 41,62 y 41,38% el uso en verano e invierno, respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 18. Uso del sector de media distancia a la aguada (1600–3600 m), (media \pm 1 error estándar) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno.

Uso sector intermedio 1600-3200 m (%)		
Raza	Verano	Invierno
AA (n= 2-5)	50,56 ^{Ba} \pm 5,07	23,62 ^{Aa} \pm 4,04
CrA (n= 2-5)	41,62 ^{Aa} \pm 6,09	41,38 ^{Aa} \pm 5,09

^{Aab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas, indican diferencias no significativas entre estaciones o razas, respectivamente ($p<0,05$).

El modelo para uso del sector más alejado de la aguada incluyó como efecto fijo la raza, la estación y su interacción. No hizo falta modelar la heterogeneidad de varianzas de error ($p=0,2924$), ni tampoco incluir en el modelo los efectos aleatorios debido a las medidas repetidas sobre una misma vaca ($p=0,1589$).

El uso del sector más alejado de la aguada (> 3600 m), no mostró interacción de raza por estación ($p=0,2978$). Los efectos de raza fueron significativos ($p=0,0023$), siendo mayor el uso de este sector en vacas AA (46,22%) que en vacas CrA (24,89%). Además, los efectos de estación también fueron significativos ($p<0,0001$), siendo mayor el uso de este sector en invierno (52,16%) que en verano (19,05%) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Uso del sector alejado de la aguada (> 3600 m), (media \pm 1 error estándar), por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA) en verano e invierno.

Uso sector lejos >3200 m (%)			
Raza	Verano	Invierno	Media de los niveles de raza
AA (n= 2-5)	30,21 \pm 4,51	62,23 \pm 6,51	46,22 ^a
CrA (n= 2-5)	7,89 \pm 5,11	42,08 \pm 5,75	24,98 ^b
Media de los niveles de estaciones	19,05 ^B	52,16 ^A	

^{ABab} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas, indican diferencias no significativas entre estaciones o razas, respectivamente ($p < 0,05$).

4.5. Asociación vegetación animal

4.5.1. Selección de unidades de vegetación

El modelo para el análisis de los datos detectó interacción de estación por UV, por lo que se analizó cada UV dentro de cada estación ($p < 0,0001$). Es así que durante el verano se analizó el índice de Ivlev por UV y raza ajustando un modelo en el cual los efectos fijos fueron raza, UV y su interacción. Además se modeló la heterogeneidad de varianzas de error ($p = 0,0005$), no siendo necesario incorporar como efecto aleatorio las medidas repetidas sobre un mismo animal ($p = 0,9999$).

Durante el verano se detectó interacción de UV por raza para el índice Ivlev ($p = 0,0003$). Las vacas de raza AA seleccionaron el Peladal (0,59), y tendieron a evitar el Garabatal (-0,48), la Transición al Cauce (-0,35) y la Transición a la Loma (-0,18) en verano. Las vacas de raza CrA mostraron mayor selección por Peladal (0,70), evitaron el Garabatal (-0,81), y la Transición a la Loma (-0,44) en mayor medida y Transición al Cauce (-0,31) fue evitada de manera similar a las AA durante el verano (Cuadro 20).

Durante el invierno, también se detectó interacción de UV por raza ($p < 0,0001$). La raza AA seleccionó el Garabatal (0,22), rechazó la Transición al Cauce (-0,78) y mostró indiferencia por el Peladal (0,05), y la Transición a la Loma (-0,04). Las vacas CrA seleccionaron el Peladal (0,40), fueron indiferentes a la Transición a la Loma (-0,09) y el Garabatal (0,07), y evitaron la Transición al Cauce (-0,66) (Cuadro 20).

Cuadro 20. Índice de electividad de Ivlev (E) (media \pm 1 error estándar) para unidades de vegetación (UV) durante el pastoreo de verano (V) e invierno (I) por vacas Aberdeen Angus (AA) y Criollo Argentino (CrA).

Índice de Ivlev (E)				
UV	Verano		Invierno	
	AA	CrA	AA	CrA
Garabatal	-0,48 ^{Ab} \pm 0,19	-0,81 ^{Bc} \pm 0,25	0,22 ^{Aa} \pm 0,03	-0,07 ^{Bc} \pm 0,08
Peladal	0,59 ^{Ba} \pm 0,02	0,70 ^{Aa} \pm 0,03	0,04 ^{Bab} \pm 0,04	0,40 ^{Aa} \pm 0,04
Transición cauce	-0,35 ^{Ab} \pm 0,13	-0,31 ^{Ab} \pm 0,09	-0,78 ^{Ac} \pm 0,20	-0,66 ^{Ad} \pm 0,06
Transición loma	-0,18 ^{Ab} \pm 0,11	-0,44 ^{Abc} \pm 0,19	-0,05 ^{Bb} \pm 0,03	0,09 ^{Ab} \pm 0,05

^{ABabcd} Letras mayúsculas iguales en filas o minúsculas en columnas dentro de cada estación, indican diferencias no significativas entre razas o UV, respectivamente ($p < 0,05$).

Por otra parte, la proporción relativa de las principales UV en el sector más cercano a la aguada, son Peladal (42%), Transición al Cauce (28,50%), y Transición a la Loma (22%); en el sector de intermedia distancia a la aguada, Peladal (6,5%), Transición al Cauce (36,56%), Transición a la Loma (34,80%) y Garabatal (18%) y en el más alejado Garabatal (50%), Transición a la Loma (23%) y al Cauce (17,80%) Cuadro 21.

Cuadro 21. Superficie (ha) y aporte relativo (%) de cada unidad de vegetación en los sectores según la distancia a la aguada.

Sectores según la distancia a la aguada	Unidades de vegetación				
	Peladal	Transición al cauce	Transición a la loma	Garabatal	Otras
Cerca 127ha (10,74%)	53,34ha (42,00%)	36,20ha (28,50%)	27,94ha (22%)	6,35ha (5,00%)	2,92ha (1,58%)
Medio 354ha (29,92%)	23,01ha (6,50%)	129,21ha (36,50%)	123,19ha (34,80%)	63,72ha (18,00%)	14,87ha (4,20%)
Lejos 702ha (59,34%)	7,02ha (1,00%)	124,96ha (17,80%)	161,46ha (23,00%)	351,00ha (50,00%)	57,56ha (8,20%)

5. DISCUSIÓN

La fenología de las especies vegetales se encuentra fuertemente influenciada por la variación estacional de la precipitación y la temperatura (Reed et al., 1994; Cleland et al., 2007), por la composición de especies, estratificación y topografía (Fisher et al., 2006). La precipitación ocurrida en los meses de abril a junio 104 mm, un fenómeno poco frecuente siendo el promedio histórico menor a 30 mm influyó sobre la fenología de las especies durante el monitoreo animal (Cabido *et al.*, 1993). Posiblemente los eventos de lluvia retardaron la senescencia de las especies vegetales manteniendo valores de PB altos y FDN, FDA bajos respecto de años promedios. Por lo cual podría existir un retraso en la expresión de los patrones de pastoreo correspondiente a la estación de menor disponibilidad forrajera, limitando la significancia en las diferencias observadas en cada estación. Además podría haber generado reservorios de agua transitorios en determinadas zonas del potrero, ocasionando una menor visita a la aguada permitiéndoles pastorear sectores más alejados, sin tener que dedicar tiempo a trasladarse hacia la aguada (Harris, *et al.*, 2002).

5.1. Selección de unidades de vegetación

El tipo de vegetación, características topográficas, estación de uso, tipo de ganado y la distancia al agua modifican la utilización de la vegetación por parte de los animales (Black Rubio *et al.*, 2008; Arnold y Dudzinski, 1978). Así por ejemplo, Garabatal fue la UV que presentó la mayor disponibilidad de gramíneas, tanto en verano como en invierno, recibiendo poco uso por parte de los animales de ambas razas. Esto podría estar explicado por su lejanía a la aguada, y por una mayor cobertura de especies arbóreas y arbustivas (Cuadro 4) que podrían actuar como barrera evitando la cosecha de forraje por parte del animal en pastoreo (Mysterud *et al.*, 1999, Martín *et al.*, 2000, Butti, 2016). Por el contrario, Peladal por su cercanía a la aguada, que presentó la menor disponibilidad de gramíneas para las dos estaciones fue muy usado por ambas razas. Las Transiciones presentaron valores intermedios de disponibilidad de latifoliadas, ubicándose éstas principalmente en sectores de intermedia distancia a la aguada, las cuales recibieron usos intermedios por parte de ambas razas.

Lo llamativo fue que entre estaciones las UV no difirieron en disponibilidad de gramíneas, lo que estaría indicando que el potrero en general tuvo baja carga animal (22,75 ha/animal), no lográndose un contraste claro en disponibilidad de gramíneas

entre las estaciones analizadas como se deseaba para detectar posibles diferencias en selección de UV entre razas y estaciones.

El patrón de pastoreo diferente evidenciado por CrA entre estaciones posiblemente se debió a una combinación de menor disponibilidad y calidad del forraje aportado principalmente por las especies latifoliadas, ya que posiblemente el efecto de las bajas temperaturas del invierno podrían haber inducido a las especies caducifolias a voltear sus hojas disminuyendo la posibilidad de ramoneo en pie (Kemp, 1983; Martin, *et al.*, 2000). Sin embargo al momento de las evaluaciones de disponibilidad a principio del invierno no se habían registrado heladas, por lo cual se espera que el mayor contraste en disponibilidad/calidad ocurra al final del invierno principio de la primavera.

En las especies latifoliadas los valores en los parámetros de calidad fueron similares entre UV, difiriendo sólo entre estaciones (Cuadro 8). A pesar de la disminución de la calidad de las especies latifoliadas durante la estación invernal, los valores de PB fueron superiores a los evaluados para gramíneas (9,63 vs 7,11 %PB), lo que sugiere que podría existir una tendencia creciente para el consumo de gramíneas por el aporte proteico de las hojas de especies leñosas y latifoliadas durante el invierno, ya que al finalizar la estación de crecimiento las gramíneas entran en etapa de semillazón y senescencia foliar, con valores de proteína menores al 5 % de la MS y alto contenido de fibra (Pordomingo, 2004; Butti, 2016).

Senft (1989) señala que el tiempo de permanencia de los animales en una comunidad de plantas determinada es proporcional a la calidad y cantidad de forraje. Por su parte, Owen Smith (2008) sugieren que el clima es un condicionante de la distribución de los animales motivando el traslado a sitios de condiciones térmicas más favorables. En este trabajo se observó que durante el verano hubo mayor selección por los sectores cercanos a la aguada en donde la UV Peladal predomina, siendo la más usada por ambas razas. Algunos autores (Sheehy, 2007; Roacho-Estrada 2008) sugieren que los peladales o ambientes muy cercanos a las aguadas son muy elegidos por los bovinos, debido a la alta calidad de forraje que ofrecen desde mediados del verano hasta el principio del otoño (Adámoli, *et al.*, 1990; Martin *et al.*, 2000).

La selección de las demás UV posiblemente estuvo influenciado por su ubicación más distante respecto a la aguada, incrementando el gasto energético por mayor tiempo dedicado al traslado de una unidad a otra (Charnov, 1976). No obstante, en invierno se manifestaron cambios en los niveles de selección de las distintas UV en relación a lo registrado en el verano. Ambas razas, aunque en mayor medida las vacas AA,

presentaron mayor selección por UV ubicadas a mayor distancia de la aguada (Garabatal, y Transiciones), probablemente debido a una disminución en la disponibilidad de forraje en UV ubicadas en sectores más cercanos a la aguada por efecto del pastoreo del verano (Ferrando *et al.*, 2001). Las vacas entonces, se trasladaron de una UV que ya no mantenía la tasa de consumo diaria de MS, hacia otras que había visitado en menor medida, asumiendo que toma decisiones para maximizar la tasa de consumo de energía, minimizando los costos de traslados entre UV (Charnov, 1976).

Ambas razas usaron principalmente durante el verano sectores cercanos a la aguada (sector cerca e intermedio), implicando en primer lugar la mayor dependencia por el agua durante ésta estación (Brew *et al.*, 2011), y la necesidad de mantenerse cerca de ésta, para disminuir el efecto de las altas temperaturas (Bailey *et al.* 2008). En segundo lugar, que éstos sectores durante el verano aportaron el forraje necesario para mantener el consumo de MS a niveles adecuados, principalmente el de las vacas CrA. Es de destacar que durante el verano las vacas de ambas razas estaban en periodo de lactancia y con ternero al pie (aproximadamente de 4 meses), lo que aumentaría los requerimientos de agua y los costos energéticos totales de traslado (NRC, 2000).

Por el contrario en la estación de menor disponibilidad de recursos (invierno), se reflejó una tendencia a un aumento en el uso de sectores alejados de la aguada, presentándose ésta característica más en animales AA que en CrA. La conjugación de menor disponibilidad de forraje durante el invierno, principalmente lo aportado por las especies latifoliadas, menor contenido de PB, mayor FDN y FDA en relación al verano y la disminución de forraje en los sectores cercanos a la aguada, obligó a ambas razas a buscar sectores menos usados anteriormente y más alejados de la aguada. El ganado vacuno se distribuye más extensamente a fines de la estación seca que en las estaciones húmedas, ya que los suministros de alimentos son abundantes y de alta calidad nutricional en una estación que en otra (Dudzinski *et al.*, 1978, 1982).

En este sentido, AA concentró en invierno un 85,85% de su pastoreo entre el sector más alejado (62,23%) e intermedio (23,62%) de la aguada. Los bovinos CrA tuvieron porcentajes de uso similares 83,49%, aunque repartidos entre el sector intermedio (41,38%) y alejado (42,08%) de la aguada. Lo notable fue la importancia del sector más alejado de la aguada (>3200m) para el pastoreo invernal del AA, siendo el principal sector usado durante ésta estación (62,23%), lo que condujo aparentemente a una menor frecuencia de visita a la aguada en relación a CrA, ya que los bovinos en pastoreo

visitan con menor frecuencia la aguada cuando el pastoreo ocurre en sectores más alejados de ésta, que cuando lo hacen en sectores más cercanos (Vallentine, 1990). Sin embargo, la magnitud en el cambio de uso del sector más alejado de la aguada de una estación a otra, fue mayor en los bovinos de raza CrA que en los AA. Los bovinos CrA usaron siete veces más éste sector en invierno que en verano, en cambio los AA sólo duplicaron su uso al pasar de una estación a otra.

Estos resultados concuerdan con lo hallado en la región por Ferrando *et al.* (2001) al evaluar la dinámica de utilización de un potrero de pastizal natural sometido a pastoreo bovino. Estos autores encontraron que a medida que disminuyen las especies forrajeras deseadas en los sectores más cercanos a la aguada por efecto del tiempo de pastoreo, el ganado tiende a incrementar la utilización de sectores del potrero más alejados a ésta, que en un primer momento sólo habían recibido un bajo nivel de utilización.

El análisis de la proporción de las diferentes UV en los distintos sectores del potrero según la distancia a la aguada se ilustran posibles interacciones entre los efectos del forraje y el agua de bebida sobre la selección de sitios de alimentación de cada raza (Bailey, *et al.*, 2008). Así pues el uso del sector más cercano a la aguada durante el verano fue en promedio de 34,36%, compuesto principalmente por las UV Peladal y Transiciones, presentando los mayores valores para disponibilidad de latifoliadas (Transición al Cauce $400,60 \pm 76,22$ y a la Loma $444,00 \pm 76,34$ Kg MS/ha), y las segundas en importancia en disponibilidad de gramíneas (Transición al Cauce $125,08 \pm 20,12$ y a la Loma $141,02 \pm 28,43$ Kg MS/ha), sólo superadas por Garabatal ($221,18 \pm 32,24$ Kg MS/ha).

Además según los valores del índice de Ivlev, la principal UV elegida durante el pastoreo de verano por parte de ambas razas fue Peladal (CrA 0,70 y AA 0,59) aunque en distinta proporción. En cambio en invierno, la principal UV elegida por AA fue el Garabatal (0,22), posiblemente debido a que en éste momento del año ésta UV presentó la mayor disponibilidad de gramíneas ($210,50 \pm 23,06$ kg MS/ha), y los mayores contenidos de PB ($7,62 \pm 0,52\%$); en cambio las vacas CrA eligieron el Peladal (0,40) posiblemente por una mayor capacidad de selección de dieta (mezclando ítems de calidad contrastante) y digestión del forraje fibroso en relación AA (Miñón, 1989), que le darían una ventaja competitiva al momento de búsqueda y aprovechamiento del forraje disponible. Al incorporar en la ingesta diaria mayor porcentaje de latifoliadas (9-10% PB en invierno), las vacas CrA podrían aumentar el consumo de gramíneas de baja calidad, complementando el pastoreo de Peladal, con pastoreos en Transición a la Loma (0,09)

y Garabatal (-0,07) durante el invierno (Cuadro 25). Cuando el contenido de PB en el forraje está entre 6-8% y el contenido de FDN es alto, los rumiantes tienden a disminuir el consumo de MS, pero el agregado de PB en la dieta les permite incrementar el consumo de materia MS (NRC, 2000).

Si bien hubo poco contraste en disponibilidad de forraje entre estaciones (principalmente de gramíneas), las condiciones de calidad y cantidad de forraje presentes en el invierno influenciaron a una mayor búsqueda de alimento, manifestándose el mayor potencial de exploración del CrA de una estación a otra (Roacho-Estrada, 2008) que se expresa cuando la disponibilidad y/o calidad de forraje tiende a ser limitante del consumo diario.

Es posible que en el uso de los distintos sectores del potrero haya existido una complementariedad espacial, que podría estar relacionada con diferencias en el comportamiento alimenticio entre las razas bovinas. Marcando una mayor capacidad de encuentro, selección, y consumo de forraje de latifoliadas por parte del ganado CrA en relación al AA. Ante disminuciones de forraje, AA aparentemente se traslada y selecciona sitios de alimentación más alejados de la aguada, implicándole mayor tiempo diario dedicado al desplazamiento con menores visitas a la aguada. Senft *et al.* (1987) mencionan que el animal en pastoreo hace balances entre la distancia a la aguada, el tiempo y el gasto de energía que le lleva trasladarse para pastorear de un determinado lugar a otro. Durante el invierno el ganado AA seleccionó sitios de alimentación con mayor disponibilidad de forraje gramíneo (UV Garabatal que presentó la mayor disponibilidad y calidad de gramíneas durante el invierno), en cambio, el bovino CrA seleccionó sitios de alimentación con mayor disponibilidad de forraje aportado por latifoliadas (fuente principal de PB en invierno) aparentemente realizando una búsqueda más concentrada del forraje tal como sugiere su trayectoria de desplazamiento, siendo más sinuosa que la de AA durante las dos estaciones. Éstos resultados son concordantes con Roacho-Estrada (2008), quién menciona que el ganado Europeo tendió a preferir sectores más alejados de la aguada con forraje abundante, buena palatabilidad y calidad nutritiva alta, mientras que el ganado Criollo exhibió interés por peladales. Bajo condiciones similares a la de la presente investigación, Koppa (2007) encontró que vacas Europeas dedicaron una mayor proporción del día en parches de pasto navajita negra, mientras que el ganado Criollo usó parches de pastos mixtos y pasto toboso. También, éste autor encontró que el ganado Criollo dedicó más del 42% del día al pastoreo en comunidades de vegetación dominadas por toboso, lo que lo llevó a sugerir que el ganado Criollo posee una habilidad inherente para seleccionar las partes

de mayor calidad de una planta y aparentemente estar mejor adaptado para utilizar y digerir forrajes de baja calidad forrajera.

Martin *et al.* (2000) mencionaron al evaluar calidad de dieta a lo largo de las estaciones en ganado bovino Criollo en pastoreo extensivo en el NOA, que por la condición de pastoreador del bovino y la situación climática de ese período (ciclo húmedo), permite una buena disponibilidad de pastos en cantidad y calidad (Díaz *et al.*, 1970; Kunst, 1982; Bordón, 1988), pero a medida que transcurre el pastoreo la disponibilidad y fundamentalmente la calidad de las gramíneas tienden a ser limitantes (Morello y Saravia Toledo, 1959; Kunst, 1982), entrando los pastos en etapa de semillazón y deshidratación de su cobertura foliar, con valores de proteína menores de 7 % de la MS y alto contenido de FDA (50 %) (Kunst, 1982). El ganado Criollo entonces, aumenta el consumo de especies leñosas y latifoliadas herbáceas alcanzando valores en la dieta de hasta 45% entre abril y agosto, complementando el consumo de gramíneas diferidas o secas de los fondos de potreros (Martin *et al.*, 2000). Butti (2016), al evaluar composición botánica de la dieta de novillitos en un pastizal rolado en la región semiárida central de Argentina, menciona que los arbustos hacen una importante contribución a la dieta de los bovinos, principalmente cuando la calidad de los demás grupos botánicos no permite cubrir los requerimientos nutricionales, y por otro señala que la diversidad en la composición botánica de la dieta de los bovinos depende de la disponibilidad relativa del forraje gramíneo, y que para mantener el consumo diario ante una disminución en disponibilidad de gramíneas el bovino aumenta la ingesta de otros grupos botánicos que anteriormente utilizaba poco. No obstante, al parecer el ganado AA mostró mayor selección de forraje gramíneo en relación al CrA dentro de cada estación, tendiendo a seleccionar UV con mayor disponibilidad de pastos que CrA, quienes en cambio seleccionaron sectores con mayor porcentaje de especies leñosas y latifoliadas.

Por lo cual, en base a los resultados hallados se rechaza parcialmente la hipótesis 1.2.3, ya que hubo un uso diferencial de las UV en ambas estaciones, sin embargo las mayores diferencias en la selección de UV entre razas se manifestaron en la estación de menor disponibilidad/calidad de forraje.

5.2. Patrones espaciales de distribución

La distancia diaria recorrida está fuertemente influenciada por la disponibilidad de forraje y agua (Vallentine, 1990), por lo cual que las distancias diarias recorridas en verano hayan sido menores a las de invierno permite suponer, por un lado, que en invierno la disponibilidad de forraje tendió a ser limitante, y que el ganado necesitó caminar más para cubrir sus necesidades nutricionales diarias; y por otro, que hubo una menor dependencia del agua en invierno reflejada por una menor frecuencia de visita a la aguada, en relación al verano.

Las distancias diarias recorridas por las vacas AA no aumentaron de verano a invierno, por el contrario, tendieron a disminuir (5692 m/día y 5412 m/día en verano e invierno, respectivamente), posiblemente las vacas AA durante el invierno debieron dedicar más tiempo a digerir forraje graminoso de menor calidad, que sumado a la menor frecuencia de visitas a la aguada, condujo a una reducción en las distancias diarias recorridas, aunque sin diferir significativamente entre estaciones. Por el contrario, los animales CrA durante el invierno mostraron una ligera tendencia a caminar más que AA (6264 m/día CrA; 5412 m/día AA).

Los patrones de uso de los distintos sectores del potrero entre estaciones por los bovinos AA y CrA son concordantes con el área explorada por cada raza dentro de cada estación. El área explorada de CrA fue menor a la de AA en verano, implicando que las vacas CrA necesitaron explorar menor área para satisfacer sus necesidades nutricionales diarias, ya que la superficie pastoreada en condiciones extensivas está fuertemente influenciada por la disponibilidad de nutrientes (Vallentine, 1990). Además, es posible que los bovinos CrA por ser más selectivos e incorporar mayor porcentaje de leñosas en su dieta en relación a AA (Miñón *et al.*, 1991), les haya sido suficiente en verano explorar una menor área para cubrir sus requerimientos diarios (Bailey, *et al.*, 2008). Por el contrario, durante el invierno ambas razas tuvieron similar área explorada (aunque CrA recorrió 27,37 ha/día más que AA), posiblemente debido a la disminución de la disponibilidad de forraje por efecto del pastoreo del verano en los sectores cercanos a la aguada, que sumado a una tendencia en la disminución de la calidad del forraje, obligó al CrA a recorrer mayores superficies para mantener su consumo diario, buscando nuevos sitios de pastoreo (Martín *et al.*, 1993). Por el contrario, el ganado AA no varió significativamente el área explorada entre estaciones, mostrando una mayor selección y ocupación de sectores más alejados de la aguada con mayor disponibilidad de forraje graminoso.

Al parecer el ganado Criollo se adaptó a los cambios temporales ocurridos en la vegetación, ya que tendió a variar su patrón de pastoreo frente a cambios en disponibilidad y calidad del forraje. Similares comentarios hace Sawalhah *et al.* (2016), quien postula que el área explorada está influenciada por la disponibilidad de forraje, y que ésta aumenta cuando la disponibilidad de forraje tiende a disminuir y viceversa. De igual manera, Zengeya *et al.* (2014), encontró cambios en el área explorada de vacas, por cambios en la disponibilidad de recursos entre la estación seca y húmeda en Zimbabue (África), en donde las vacas adoptaban diferentes estrategias de pastoreo en respuesta a cambios espacio temporales en la disponibilidad de recursos de su hábitat. Sheehy (2007) determinó que el ganado Criollo usó en promedio 165 ha y que el ganado Europeo usó 93 ha, siendo éstas diferencias estadísticamente significativas.

En éste estudio los animales CrA presentaron mayor sinuosidad en el recorrido que los AA, tanto en verano como en invierno, probablemente debido a la mayor capacidad de búsqueda y selectividad en el consumo de forraje del CrA. Además, el cambio de una estación a otra fue el principal factor que afectó la calidad del forraje de latifoliadas y gramíneas, afectando la sinuosidad del recorrido de animales CrA y AA, haciendo que sean más sinuosos en verano que en invierno por la mayor posibilidad de seleccionar una dieta de mejor calidad, en una estación que en otra. En este sentido, Ward y Saltz (1994) y Fortin (2003) mencionaron que en ambientes heterogéneos la sinuosidad en la trayectoria es mayor que en ambientes homogéneos, ya que el animal en pastoreo tiene mayor posibilidad de elegir lo que va a cosechar. En relación a esto, Russell *et al.* (2012) registraron que vacas Brahman recorrían mayores distancias que Angus y Brangus, pero sin usar áreas alejadas de la aguada, demostrando tener mayor sinuosidad en la trayectoria y ser más selectivas en el consumo de forraje, ya que potencialmente los animales pueden alejarse a mayores distancias de la aguada para encontrar nuevos sitios a pastorear o tener trayectorias más sinuosas para encontrar más nutrientes sin alejarse de la aguada.

Lo anterior tiene sentido para explicar la diferencias de uso de sectores según la distancia a la aguada, ya que la mayor sinuosidad del ganado CrA principalmente durante el verano, podría estar explicando la menor área explorada registrada en esa estación, ya que si bien recorren similares distancias con AA, las vacas CrA necesitaron recorrer la mitad de área para cubrir sus requerimientos energéticos diarios. Además, el pastoreo de invierno fue menos selectivo que el de verano, debido a que en verano hubo mayor diversidad de especies para seleccionar (Cuadro 9) presentando mayores

diferencias en calidad entre grupos de plantas y entre especies dentro de cada grupo (Cuadros 8, 9).

En cuanto a la distancia diaria recorrida, no se rechaza la hipótesis 1.2.1, ya que los animales de raza CrA recorrieron mayores distancias en invierno que en verano, en cambio, los animales AA no variaron las distancias diarias recorridas entre estaciones.

En cuanto al área explorada, se rechaza parcialmente la hipótesis 1.2.1, ya que los animales de raza AA recorrieron mayores áreas que CrA en verano, sin embargo fueron los animales CrA los que presentaron mayores cambios estacionales del área explorada, manifestando mayor adaptación a los cambios espacio-temporales del ambiente.

En cuanto al índice de sinuosidad, se rechaza parcialmente la hipótesis 1.2.1, ya que los animales de raza CrA presentaron mayor sinuosidad en el recorrido que los animales AA tanto en invierno como en verano.

Una propuesta para ensayos que se realicen a futuro para obtener mayor precisión de los cambios de la vegetación y el uso animal, es hacer cuatro fechas de monitoreo al inicio y al final de la estación de crecimiento (enero y abril) y otra al inicio y final de la estación seca (junio y fines de agosto principio de septiembre) de modo de tener registrado los distintos cambios ocurridos durante el año.

5.3. Actividades diarias del bovino en pastoreo

En sistemas de pastoreo extensivos generalmente el ganado bovino divide sus actividades diarias en pastoreo, descanso, rumia y desplazamiento (caminar sin pastorear) variando los tiempos dedicados a cada uno en respuesta a factores tanto internos como externos (Arnold y Dudzinsky 1987). Durante este estudio, el tiempo diario que dedicó cada raza al pastoreo fue similar entre estaciones y entre razas, sin detectarse diferencias significativas en ninguno de los casos. Posiblemente, la ausencia de diferencias significativas en los tiempos diarios dedicados a pastoreo para las estaciones evaluadas, se debió a que durante el verano las vacas de ambas razas estaban en periodo de lactancia y con ternero al pie (de aproximadamente de 4 meses), en cambio, en invierno las vacas se encontraban en periodo de gestación (de 4-5 meses). Además, el poco contraste en disponibilidad forrajera entre las estaciones, posiblemente minimizó las posibles diferencias en tiempo de pastoreo de una estación a otra. Si bien, al final del verano (fin de febrero-marzo) se logró buena disponibilidad y

calidad forrajera, no se logró un contraste claro con el invierno, ya que en general la disponibilidad de forraje no varió entre estaciones, sólo la calidad disminuyó levemente con la llegada del invierno manteniéndose el contenido de PB en un rango de 8 -10 %. Giner *et al.* (1988) mencionaron que los tiempos de pastoreo registrados en sus evaluaciones fueron de 9,85 y 9,45 hs/día en épocas de sequía y de lluvias respectivamente, no encontrando diferencias significativas, debido a la similar oferta forrajera entre estaciones. En este sentido, Patiño-Pardo (2008) mencionó que en general el tiempo de pastoreo durante épocas secas tiende a ser mayor que en épocas húmedas, ya que el forraje está menos disponible; reportando diferencia entre ambos momentos de 5% (1,2 hs), atribuyendo ésta diferencia encontrada a la menor disponibilidad de MS durante la época seca. También, Solfanelli (2002), señaló que en épocas secas los animales están obligados a pastorear durante más tiempo para intentar cubrir los requerimientos de MS, debido principalmente al menor tamaño del bocado, encontrando diferencias entre épocas secas y húmedas de 5,83% (1,38 hs).

En NRC (2000), se indica que la calidad del forraje disponible es el principal factor limitante del consumo por lo que el tiempo dedicado al pastoreo es menor en áreas con forraje abundante y de buena calidad, que en áreas donde la calidad y disponibilidad del forraje tienden a ser limitadas. Por su parte, Allison (1985) y Freer (1981), señalaron que el tamaño corporal es el principal regulador del consumo y por ende del tiempo en pastoreo. Por lo tanto, al ser en el presente estudio el peso promedio para las vacas AA de $443 \pm 23,52$ Kg y para CrA de $411 \pm 21,69$ Kg, y sus tamaños corporales (Frame score) entre 4-5 (según la escala de la Beef Improvement Federation, BIF, 1986) era de esperar que las diferencias en tiempo de pastoreo fueran mínimas. En cambio, en estudios de comportamiento en zona de características climáticas similares, Roacho-Estrada (2008) encontró diferencias significativas en los tiempos dedicados al pastoreo al evaluar cruza AA y ganado Criollo, siendo el ganado de origen europeo de mayor peso ($567 \pm 57,3$ kg) que el ganado criollo ($329 \pm 23,6$ kg). En el mismo sentido, Sheehy (2008) encontró diferencias significativas al comparar toros de entre 2-9 años de edad, siendo los pesos entre 360-648 kg para razas europeas y 292-450 kg para el ganado Criollo. También, Bailey *et al.* (1996) y Rook *et al.* (2004) encontraron diferencias al evaluar tiempo en pastoreo entre razas, atribuyéndole las diferencias encontradas, principalmente al distinto tamaño corporal.

Los valores encontrados para los tiempos en pastoreo (Cuadro 18), son similares a los informados por Roacho-Estrada (2008) en una zona árida (precipitación anual <300mm), quien menciona tiempos en pastoreo para el ganado de origen Europeo en

estaciones húmedas de 9,9 hs/día y en estaciones secas de 10,3 hs/día, mientras que para el ganado Criollo en estaciones húmedas 9,3 hs/día y en estaciones secas 9,4 hs/día. Mora *et al.* (2016) observaron tiempos de pastoreo de vacas en zona semiárida de España de 9,10 hs/día en primavera. Los resultados del presente estudio también son consistentes con Arnold y Dudzinsky (1978), que mencionaron que en vacas de carne el promedio de pastoreo está entre 9-10hs/día, y que por lo general varía poco entre razas.

La metodología utilizada en este trabajo no discrimina tiempo dedicado al descanso propiamente dicho y rumia, por lo que los valores informados como descanso incluyen los tiempos de ambos. Arnold y Dudzinsky (1978) señalaron que el tiempo de rumia varía entre 5-10 hs/día y el descanso entre 1-3 hs/día, dependiendo principalmente de las temperaturas. Mora-Delgado *et al.* (2016) encontraron que el tiempo dedicado al reposo (rumia + descanso) fue alrededor 43% del día (10,32 hs/día), Roacho-estrada (2008) mencionó tiempos en descanso (rumia + descanso) de alrededor del 50% del día (12 hs/día) en primavera y otoño para vacas de razas Europea y Criolla pastoreando pastizales áridos del sur de USA. Mora *et al.* 2016 por su parte, al evaluar los tiempos de rumia y descanso en vacas en el norte de España, encontró que dedicaban 4,5 hs/día al descanso y 9,6 hs/día a la rumia, valores un poco mayores a los encontrados en éste estudio si se suman respectivos tiempos (4,5 + 9,6 = 14,10 hs/día). De verano a invierno AA aumentó ligeramente el tiempo dedicado a descanso, mientras que CrA disminuyó el tiempo dedicado a esta actividad, posiblemente se debió a la disminución de la calidad del forraje de verano a invierno (menor PB, mayor FDN y mayor FDA) lo que implicó que la raza AA tendiera a dedicar mayor tiempo a la rumia en relación al verano (en AA 12,96 hs/día y 13,27 hs/día en verano e invierno, respectivamente; en CrA 13,45 hs/día y 12,81 hs/día en verano e invierno, respectivamente). Esta interpretación sería razonable si consideramos lo demostrado por Giraud (1984), que al evaluar en AA y CrA la capacidad de digestión de forrajes de baja calidad, encontró que CrA presentó mayor capacidad de digerir forrajes de baja calidad.

En el tiempo que dedicó cada raza al desplazamiento se detectaron diferencias significativas, existiendo efecto significativo de la raza, y de la estación del año (Cuadro 20). En este sentido, fue AA en relación a CrA la raza que dedicó mayor tiempo al desplazamiento en las dos estaciones, además ambas razas dedicaron más tiempo al desplazamiento en invierno que en verano. Lo que indicaría, que probablemente AA necesitó desplazarse más para encontrar los sitios a pastorear, acentuándose esta característica en la estación invernal. CrA también dedicó mayor tiempo al

desplazamiento en invierno que en verano, implicando que respondió a la disminución de forraje, aumentando el tiempo dedicado a traslado entre UV del pastizal.

Los tiempos registrados en desplazamiento son similares a los reportados por Roacho-Estrada (2008) quien menciona diferencias en el tiempo diario dedicado al desplazamiento entre razas Europeas y Criollas, no obstante fue la raza Criolla la que dedicó más tiempo al traslado en estaciones de menor disponibilidad forrajera, siendo los tiempos de 2,70 hs/día en Criollo y 1,70 hs/día en Angus. Sin embargo en estaciones en las que la disponibilidad forrajera no fue limitante, éste autor no encontró diferencias entre razas. Moyo *et al.* (2012) al evaluar el comportamiento de vacas en zona semiárida de África, observó que éstas dedicaban más tiempo al desplazamiento en otoño-invierno (menor disponibilidad forrajera) que en primavera-verano (mayor disponibilidad forrajera), encontrando que el tiempo de traslado se correlacionó positivamente con el contenido de FDN del forraje. Por otro lado, mayores contenidos de FDN se asociaron a menores tiempos de pastoreo y a mayores tiempos de rumia.

Para futuros ensayos de estas características es recomendable mejorar la precisión en la clasificación de actividades, usando sensores adicionales ya que la falta de diferencias en los porcentajes de tiempo dedicado a cada actividad, podría haber sido por falta de sensores con más precisión.

Algo importante para destacar, es que los animales de raza AA utilizados en éste estudio pertenecen a un biotipo con más de 40 años de adaptación a la zona árida (Namur *et al.*, 2008) por lo que conocen los recursos forrajeros nativos, de modo que no es de extrañar que en este estudio no se hayan encontrado grandes diferencias para las actividades diarias entre las razas evaluadas.

En ambas estaciones estudiadas, las diferencias del ganado Criollo con respecto del ganado Angus se acentuaron cuando la calidad y disponibilidad del forraje tendieron a disminuir. El ganado CrA mostró mejor adaptación a los cambios estacionales de disponibilidad forrajera, variando las distancias diarias recorridas, el área explorada, y la sinuosidad en el recorrido, en cambio, el ganado AA mostró patrones de pastoreo menos variables frente a esos cambios. Asimismo, los bovinos AA mostraron mayor uso de los sectores más alejados de la aguada, y de UV con abundancia de forraje gramíneo, dedicando mayores tiempos a traslado. Por el contrario, los bovinos CrA mostraron mayor uso de sectores cercanos a la aguada con abundancia de forraje provisto por leñosas y latifoliadas herbáceas, teniendo mayor frecuencia de vista a la aguada que AA en ambas estaciones.

En cuanto a los tiempos dedicados a pastoreo y desplazamiento se rechaza la hipótesis 1.2.2 ya los tiempos dedicados a pastoreo y descanso fueron similares entre razas y estaciones. Además, los tiempos dedicados a desplazamiento fueron mayores en los animales de raza AA para las dos estaciones evaluadas.

6. CONCLUSIONES

Si bien el bovino Criollo Argentino demostró tener la capacidad de modificar su estrategia de pastoreo a través del año, experimentando cambios espacio-temporales en su distribución en el área de pastoreo los resultados obtenidos no constituyen evidencia suficiente a favor de las hipótesis.

Bajo las condiciones del presente trabajo, las variables que explican la exploración del área en pastoreo (distancia diaria recorrida, área explorada, índice de sinuosidad) mostraron que en general las razas se diferenciaron poco entre sí. CrA presentó diferencia en el patrón de uso estacional de los recursos forrajeros, incrementando la exploración en momentos de menor disponibilidad y calidad forrajera, mientras que AA mostró un patrón de pastoreo similar entre estaciones.

En las variables que explican las actividades diarias, no se encontraron grandes diferencias en tiempos diarios dedicados a descanso y pastoreo entre razas y estaciones. El ganado AA dedicó mayor tiempo al desplazamiento durante las dos estaciones, mientras que el ganado CrA visitó con mayor frecuencia la aguada.

Por último, en lo que respecta a las variables que explican la selección de las UV del pastizal, se manifestó sólo una tendencia de los bovinos AA a elegir sitios con abundancia de forraje gramíneo, mientras que CrA UV con mezclas de pastos, leñosas y latifoliadas.

Los resultados de este trabajo no darían sustento para afirmar que existen diferencias de comportamiento entre las razas. Sin embargo, se sugiere seguir evaluando ambas razas en mayor número de años e incluir mayor número de estudios en las evaluaciones, como composición botánica y calidad de dieta entre las evaluaciones para caracterizar con mayor precisión ambas razas.

7. IMPLICANCIAS

Los resultados en este tipo de estudio son de gran importancia para zonas áridas y semi-áridas donde la calidad y disponibilidad del pastizal natural presentan cambios espaciales temporales contrastantes. Teniendo en cuenta la heterogeneidad temporal, dada por la estacionalidad en la ocurrencia de lluvias, y la heterogeneidad espacial de la vegetación, dada por la distancia a la aguada y la topografía, la información obtenida brindaría elementos para “mejorar la precisión en las estimaciones de receptividad ganadera”, “rediseñar estrategias de manejo del ganado compatibilizándolas con las características del ambiente” y poder “seleccionar razas en función de las características de las comunidades vegetales presentes”.

BIBLIOGRAFIA

- AHARONI, Y.; HENKIN, Z.; EZRA, A.; DOLEV, A.; SHABTAY, A.; ORLOV, A.; YEHUDA, A.; BROSH, A. 2009. Grazing behavior and energy costs of activity: A comparison between two types of cattle. *Journal of animal & plant sciences*, 87:2719–2731.
- ALI, A.; MUSTAFA, M.I.; BILAL, M.Q.; MUHAMMAD, G.; LATEEF, M.; ULLAH, S. 2015. Effect of watering frequency on feed intake, milk production and composition in Sahiwal cattle during summer. *Journal of animal & plant sciences*, 25(1): Page: 19-22. ISSN: 1018-7081.
- ALLEN-DIAZ B. 1995. Rangelands in a changing climate: impacts, applications, and mitigation. In 'Climate change. 1995. Impacts, adoptions, and mitigation of climate change: scientific–technical analysis. (Eds RT Watson, MC Zinyowera, RH Moss) pp. 131–158. (Cambridge University Press: Cambridge, UK).
- ALLEN, T.F.; STARR, T.B. 1982. *Hierarchy: perspectives in ecological complexity*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
- ALLISON, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *Journal of Range Management*, 305–311.
- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis* (13va ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. Adams, N.J. y F. Fox. 1974, Performance of various types of cattle. *Proceeding, West. Sect. American Society Animal Sciences*. 25:52.
- ANDERSON, D.L.; ORIONTE, E.L.; VERA, J.C.; NAMUR, P. 1977. "Utilización invernal de gramíneas estivales en un establecimiento ganadero de Los Llanos de La Rioja. IDIA, INTA, Buenos Aires, Argentina. *Sup. 35*. pp. 321-329.
- ANDERSON, D.L.; OTROS. 1980. *Manejo Racional de un Campo en la Región Árida Central de Los Llanos de La Rioja (República Argentina)*. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. INTA. República Argentina. 91p.
- ANDERSON, D. M.; KOHMANN, M.M. 1980. Relationship of distance traveled with diet and weather for Hereford heifers. *Journal of Range Management*, 217-220.

- ANDERSON, D.; ESTELL, R.E.; CIBILS, A.F. 2013. Spatiotemporal Cattle Data—A Plea for Protocol Standardization. *Positioning*, 2013, 4, 115-136
<http://dx.doi.org/10.4236/pos.2013.41012>.<http://www.scirp.org/journal/pos>
- ARAGON, J. A. 2002. Size of beef cows: early ideas, new developments. *Genetic Molecular. Research*. 1(1):51-63.
- ARIAS, R.A.; MADER, T.L.; ESCOBAR, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*. Temuco, Chile 40 (1), 7-22.
- ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, M.L. 1978. *Ethology of Free-ranging Domestic Animals*. Elsevier, Amsterdam.
- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ANGUS. 2017. <http://www.angus.argentina.org>.
- BAILEY, D. W.; GROSS, J.E.; LACA, E.A; RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M.B.; SWIFT, D.M.; y SIMS, P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49 (5), 386–400.
- BAILEY, D. W., VAN WAGONER, H. C., WEINMEISTER, R., & JENSEN, D. 2008. EVALUATION of low-stress herding and supplement placement for managing cattle grazing in riparian and upland areas. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), 26-37.
- BAILEY, D.W.; y PROVENZA, F.D. 2008. Chapter 2a mechanisms determining large-herbivore distribution. In *Resource ecology* (pp. 7–28). Springer, Dordrecht.
- BAILEY, D.W.; KEIL, M.R; RITTENHOUSE, L.R. 2004. Research observation: Daily movement patterns of hill climbing and bottom dwelling cows. *Journal of Range Management*, 57(1), 20-28.
- BAILEY, D.W.; VANWAGONNER, H.C.; WEINMEISTER, R. 2006. Individual animal selection has the potential to improve uniformity of grazing on foothill rangeland. *Rangeland Ecology & Management*, 59(4), 351-358.
- BENHAMOU, S. 2004. How to reliably estimate the tortuosity of an animal's path: strightness, sinuosity, or fractal dimension? *Journal of theoretical biology*, 229 (2), 209-220.

- BIURRUN, F.N.; AGÜERO, W.D.; TERUEL, D.F. 2012. Consideraciones fitogeográficas sobre la vegetación de los llanos de La rioja. Serie: Estudios sobre el ambiente y el territorio, Nº 5 - Año 2012 | ISSN 1853-3647.
- BIF (Beef Improvement Federation) 1986. Guidelines for uniform beef improvement programs. 5th ed. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A. 120-140 p.
- BIURRUN, F.N.; AGÜERO, W.D.; TERUEL, D.F. 2012. Consideraciones fitogeográficas sobre la vegetación de Los llanos de La Rioja. Serie: Estudios sobre el ambiente y el territorio, Nº 5 - Año 2012 - ISSN 1853-3647.
- BLANCO, L.J.; FERRANDO, C.A.; BIURRUN, F.N.; ORIONTE, E.L.; NAMUR, P. 2005. Vegetation responses to roller chopping and buffelgrass seeding in Argentina. *Rangeland ecology & management*, 58(3), 219-224.
- BLANCO, L.; BIURRUN, F.; FERRANDO, C. 2005a. Niveles de degradación de la vegetación del Chaco árido. Una Aproximación cuantitativa a partir de imágenes satelitales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie de publicaciones del área de investigaciones del INTA EEA La Rioja. Ediciones del INTA.
- BLANCO, L.; FERRANDO, C.; RECALDE, D.; BERONE, G.; NAMUR, P.; ORIONTE, E. 2006. Utilización de la imagen satelital para la estimación de la receptividad de establecimientos ganaderos de La Rioja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. E.A.A. La Rioja. Biblioteca INTA. P. 52.
- BLANCO, L.J.; NAMUR, P.R.; FERRANDO, C.A.; RETTORE, A.; NAMUR, P.; MOLINA, J.P. 2013. Evolución de la Vegetación después del rolado y siembra de pastos nativos en La Rioja. *Revista de la facultad de agronomía, UNLPam Vol 22. Serie Supl. 2. Congreso de Pastizales*, 22.
- BLACK RUBIO, C.M.; CIBILS, A.F.; ENDECOTT, R.L.; PETERSEN, M.K.; BOYKIN, K.G. 2008. Pinon-juniper woodland use by cattle in relation to weather and animal reproductive state. *Rangeland Ecology & Management*, 61(4), 394–404.
- BORDÓN, A.O. 1988. "Forrajeras naturales". In: *Desmonte y habilitación de tierras en la Región Chaqueña Semiárida*. FAO, Santiago de Chile, Vol. I: 56-84.

- BOVET, P.; BENHAMOU, S. 1988. Spatial analysis of animal's movements using a correlated random walk model. *Journal of theoretical biology*. 131(4), 419–433.
- BREW, M.N.; MYER, R.O.; HERSOM, M.J.; CARTER, J. N.; ELZO, M.A., HANSEN, G.R.; RILEY, D.G. 2011. Water intake and factors affecting water intake of growing beef cattle. *Livestock Science*, 140(1), 297-300.
- BURT, W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 24(3), 346–352.
- BUTTI, L. R. 2016. Composición botánica de la dieta de novillitos en un pastizal rolado en la región semiárida central de Argentina.
- CABIDO, A. L.; MANZUR, A; CARRANZA, L.; GONZALEZ ALBARRACIN, C.1994. La vegetación y el medio físico del Chaco Árido en la provincia de Córdoba, Argentina Central. *Phytocoenologia*, 24, 423–460.
- CABRERA, A.L.1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Buenos Aires: ACME.
- CALENGE, C. 2006. The package "adehabitat" for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological modelling*, 197(3-4), 516–519.
- CHARNOV, E. L. 1976. Optimal foraging: the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology* 9:129–136.
- CHUVIECO, E. 1990. *Fundamentos de teledetección espacial*, Rialp, Madrid.
- CLELAND, E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H. A. & SCHWARTZ, M.D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *TRENDS in Ecology and Evolution* 22:357-364.
- CONGALTON, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote sensing of environment*, 37(1), 35 – 46.
- COUGBENOUR, M.B. 1991. Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching and native ungulate ecosystems. *Journal of range management*, 44(6), 530-542.

- DAUBENMIRE, R. 1959. Acanopy coverage methods for vegetational analysis. Northwest science. 33 (1), 43-64.
- DE ALBA, J. 1991. El Criollo Lechero en Turrialba, Ganado Bovino Criollo, T. 2, Buenos Aires, Orientación Gráfica. Editorial.
- DE ALBA, J. 1993. Bovinos Criollos de América, Ganado Bovino Criollo, T. 3, Buenos Aires Orientación Gráfica. Editorial.
- DICKERSON, G. E. 1978. Animal size and efficiency: basis concepts. Animal Science, 27(3), 367-379.
- DÍAZ, H.B.; LAGOMARSINO, E.D.; PRETTE, R.I. y RODRÍGUEZ REY, J.C. 1970. "Productividad de las pasturas naturales de las zonas ganaderas de Tucumán". Revista de agronomía del Noroeste Argentino, 7(3-4), 675-724.
- DÍAZ FALÚ, E.M.; BRIZUELA, M.Á.; CID, M.S.; CIBILS, A.F.; CENDOYA, M.G., Y BENDERSKY, D. 2014. Daily feeding site selection of cattle and sheep co-grazing a heterogeneous subtropical grassland. Livestock Science, 161, 147–157.
- DIAZ NIEVA, N.; BLANCO, L.J.; GUZMAN, M. 1994. Delimitación de Zonas y subzonas Pluviométricas de Los Llanos de La Rioja (in Spanish). Seminario de Titulación; 26 de marzo de 1994; La Rioja, Argentina, Universidad Provincial de La Rioja. 33p.
- DOLEV, A.; HENKIN, Z.; BROSH, A.; YEHUDA, Y.; UNGAR, E.D.; SHABTAY, A.; AHARONI, Y. 2014. Foraging behavior of two cattle breeds, a whole-year study: II. Spatial distribution by breed and season. Journal of animal science, 91(3), 1381- 1390.
- FERRANDO, C., BLANCO, L., ORIONTE, E., BIURRUN, F., RECALDE, D. Y NAMUR, P. 2001. Dinámica de utilización de un potrero de pastizal natural bajo pastoreo bovino en los llanos de La Rioja. In Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La Rioja Argentina, Universidad Nacional de La Rioja Argentina. 1er. Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. San Cristóbal, Santa Fe. pp 78.

- FERRANDO, C.; V. BURGHI, V.; BERONE, G.; NAMUR, P. 2001. Suplementación energética proteica de toritos pastoreando un pastizal natural del Chaco Árido. *Revista Argentina de Producción Animal*, 21(1), 10.
- FERRANDO, C.A.; NAMUR, P. 1982. Resultados parciales obtenidos en la raza Criolla Argentina en el Campo "Las Vizcacheras" (Unidad La Rioja-INTA). *Revista Argentina de Producción Animal*. Volumen, 4(1), 85-89.
- FERRANDO, C.; PALOMA, E.; NAMUR, P.; LEGUIZA, D. 2006. "Ganado Bovino Criollo Argentino y Aberdeen Angus en Los Llanos de La Rioja. Resultados de 11 años de evaluación en sistemas de cría". Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie de Publicaciones del Área de Investigación del INTA EEA La Rioja. 11pp.
- FISHER, J.I.; MUSTARD, J.F & VADEBONCOEUR, M.A. 2006. Greenleaf phenology at Landsat resolution: Scaling from the field to the satellite. *Remote Sensing of Environment* 100:265-279.
- FORTIN, D.; FRYXELL, J. M.; O'BRODOVICH, L.; FRANSEN, D. 2003. Foraging ecology of bison at the landscape and plant community levels: the applicability of energy maximization principles. *Oecologia*, 134(2), 219–227.
- FRASER, D.A. 2004. Factors influencing livestock behaviour and performance. Forest Practices Branch, British Columbia Ministry of Forests, Victoria, B.C. Rangeland Health Brochure 8.
- FREER, M. 1981. The control of food intake by grazing animals. *Grazing Animals*. World Animal Science Bl. Elsevier Science, Amsterdam, 105-124.
- GANSKOPP, D. 2001. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behavior Science*, 73(4), 251-262.
- GANSKOPP, D.; AND BOHNERT, D. 2006. Do pasture-scale nutritional patterns affect cattle distribution on rangelands? *Rangeland Ecology & Management*, 59(2), 189–196.
- GANSKOPP, D.C.; JOHNSON, D.D. 2007. Gps error in studies addressing animal movements and activities. *Rangeland Ecology & Management*, 60(4), 350-358.

- GANSKOPP, D.C.; BOHNERT, D.W. 2009. Landscape nutritional patterns and cattle distribution in rangeland pastures. *Applied Animal Behaviour. Science*, 116(1), 110-119.
- GINER, R.A.; CHAVEZ G.A.; CHAVEZ, I.; NEGRETE, R. 1988. Hábitos de comportamiento y gasto energético de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano abierto del altiplano central. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 26(2), 221- 230.
- GIRAUDO, C.G. 1984. Evaluación comparativa de la capacidad digestiva de dos razas bovinas. *Revista Argentina de Producción Animal*. Volumen 4, suplemento 1-29.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.K. 1970. Forage fibre analysis. *Agricultural Handbook No. 379*. United States Department of Agriculture. USA.
- GOMEZ, J.C.; CALELLA, H.F.; CORZO, R.; REYNOSO, A. 1993. Mapa de subregiones de vegetación y suelos del Chaco Árido de La Rioja. Convenio: consejo federal de inversiones - Gobierno de La Rioja (Dirección de Ganadería) - I.Z.A (U. P. L. R). Proyecto: desarrollo rural integral de Los Llanos.
- GORANDI, E.R.; MOLTONI, A.F.; CLEMARES, N. 2016. Desarrollo y evaluación de un sistema de monitoreo animal georreferenciado para ganadería de precisión. III Congreso Argentino de Ingeniería – IX Congreso de enseñanza de la ingeniería. Resistencia- Chaco, Argentina.
- GORDON, I.J.; ILLIUS, A.W.1988. Incisor arcade structure and diet selection in ruminants. *Functional ecology*, 15– 22.
- HACKER, R.B.; NORTON, B.E.; OWENS, M.K.; FRYE, D.O. 1988. Grazing of crested wheatgrass, with particular reference to effects of pasture size. *Journal of Range Management*, 73-78.
- HART, R.H.; HEPWORTH, K.W.; SMITH, M.A.; AND WAGGONER J.W. JR. 1991. Cattle grazing behavior on a foothill elk winter range in southeastern Wyoming. *Journal of Range Management*, 44, 262-266.
- HARRIS, N.R.; JOHNSON, D.E.; GEORGE, M.R.; MCDUGALD, N.K. 2001. The Effect of Topography, Vegetation, and Weather on Cattle Distribution at the San Joaquin Experimental Range, California. In: *Proceedings of the Fifth Symposium on Oak*

Woodlands: Oaks in California's Changing Landscape, San Diego, CA. October 22-25, 2001.

HARRIS, N.R.; JOHNSON, D.E.; GEORGE, M.R. AND MCDOUGAL, N.K. 2002. The effect of topography, vegetation, and weather on cattle distribution at the San Joaquin Experimental Range, California. USDA Forest Service. Gently Technical Report. PSW- GTR-184.

HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. 1991. Grazing Management: An ecological perspective. Timber Press, Portland, 259 p.

HEPWORTH, K.W.; TEST, P.S.; HART, R.H.; WAGGONER, J.W. JR.; AND SMITH, M.A. 1991. Grazing systems, stocking rates, and cattle behavior in southeastern Wyoming. *Journal of Range Management*, 44, 259-262.

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.

HOBBS, N.T. 1996. Modification of ecosystems by ungulates. *The Journal of Wildlife Management*, 695-713.

HOLECHEK, M.D. 1991. Chihuahuan Desert rangeland, livestock grazing and sustainability. *Rangelands*, 13(3), 115-120.

HOLECHEK, J.L.; PIEPER, R.D.; AND HERBEL, C.H. 2001. Range management: principles and practices. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, N.J.

HOLECHEK, J.L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C.H. 2011. Range Management: Principles and Practices. 6th Ed.

HORMAY, A. L. 1956. How livestock grazing habits and growth requirements of range plants determine sound grazing management. *Journal of Range Management*, 161-164.

HOWERY, L. D.; PROVENZA, F. D.; BANNER, R. E.; SCOTT, C.B. 1996. Differences in home range and habitat use among individuals in a cattle herd. *Applied Animal Behaviour Science*, 49(3), 305-320.

- HUSS, D.; BERNADÓN, A.; ANDERSON, D.; BRUN, J. 1986. Principios de manejo de praderas naturales. INTA-FAO. Chile, 356p.
- ILLIUS, A.W.; GORDON, I.A. 1993. Diet selection in mammalian herbivores: constraints and tactics. In: Hughes, R.N. (Ed.), Diet Selection: An Interdisciplinary Approach to Foraging Behaviour. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 157-181.
- JACOBS, J., 1974. Quantitative measurements of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14, 413–417.
- KEMP, P. R. 1983. Phenological patterns of Chihuahuan Desert plants in relation to the timing of water availability. *The Journal of Ecology*, 427-436.
- KETELAARS, J.; TOLKAMP, B., 1991. Relationships between feed characteristics and feed intake. In: Towards a new theory of feed intake regulation in ruminants. Doctoral Thesis, Agricultural University. Wageningen. The Netherlands. 14–32.
- KOPPA, J.S. 2007. A spatial and temporal analysis of two distinct biological breeds of cattle. Dissertation, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, USA.
- KUNST, C.1982. "Descripción, ecología, valor nutritivo, calidad y valor forrajero de algunas gramíneas del campo de la Provincia de Santiago del Estero". Revisión bibliográfica INTA, EEA, Famallá, Tucumán. 92 p.
- KUNST, C.; DALLA TEA, F.; RENOLFI, R. y PÉREZ, H. 1987. "Vegetación natural y oferta de biomasa herbácea del sitio "Valle fluvial actual del Río Dulce", Región Chaqueña Occidental, Santiago del Estero". *Revista Argentina de producción animal*, 7(2), 163-179.
- LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; DEMMENT, M.W. 1994. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behavior Science*, 39(1), 3-19.
- LAUNCHBAUGH, K.L.; HOWERY, L.D. 2005. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. *Rangeland Ecology & Management*, 58(2), 99-108.

- LOVE, R.; RAYMOND, M.T. 1957. The step-point method of sampling-a practical tool in range research. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 10(5), 208-212.
- MARTÍN, G.O. (h); LAGOMARSINO, E.D. 2000. Hábitos alimentarios del bovino Criollo en el NOA, bajo sistemas extensivos de producción. 2000. *Revista Therios (Veterinaria y Producción Animal)* 29 (151): 6-12; Bs. As., Argentina.
- MARTIN, G.O. (h); NICOSIA, M.G.; LAGOMARSINO, E.D. 1993. Rol forrajero y ecológico de leñosas nativas del NOA. XIV Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical (Grupo Chaco), 93-98.
- MARTIN, G.O. (h); NICOSIA, M.G; CHAGRA, E.P. y LAGOMARSINO, E.D. 1994. "Densidad de leñosas en un pastizal xerófilo del Centro-Norte de Tucumán". *Revista Argentina de Producción Animal*. 14(1), p. 84.
- MARTÍNEZ, R.D.; FERNÁNDEZ, E.N.; GÉNERO, E.R.; RUMIANO, F.J.L. 200). El ganado bovino Criollo en Argentina. *Archivos de zootecnia*, 49(187).
- MATTHIOPOULOS, J., 2003. The use of space by animals as a function of accessibility and preference. *Ecological Modelling*, 159(2-3), 239-268.
- MERTENS, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function 1. *Journal of animal science*, 64(5), 1548-1558.
- MIÑÓN, D.P.; CAUHEPE, M.S.; COLOMBO, I.; BRIZUELA, M.A.; MIQUEL, M.C. 1984. Análisis comparativo de las dietas de dos razas vacunas en un pastizal de la depresión del Salado (Buenos Aires). 1. Composición botánica del alimento. *Revista Argentina de producción Animal*, 4(8), 789-801.
- MIÑÓN, D.P.; CAUHEPE, M.S.; COLOMBO, I.; BRIZUELA, M.A.; MIQUEL, M.C. 1984. Análisis comparativo de las dietas de dos razas vacunas en un pastizal de la depresión del Salado (Buenos Aires). 2. Composición química del alimento. *Revista Argentina de producción Animal*, 4(8), 789-801.
- MIÑÓN, D.P.; FUMAGALLI, A; AUSLENDER, A.1991. Hábitos alimentarios de vacunos y caprinos en un bosque de la región Chaqueña Semiárida. *Revista Argentina de Producción Animal*, 11, 275-283.

- MORA, J.; SERRANO, J.R.; PIÑEROS, R.; DIAZ, G. 2014. Cattles grazing distribution for searching fodder and comforts areas on tropical silvo-pastures: an approach using GPS. *Proc. Aust. Society Animal Production*, 30,389.
- MORA-DELGADO, J.; NELSON, N.; FAUCHILLE, A.; UTSUMI, S. 2016. Application of GPS and gis u study foraging behavior of dairy cattle. *Agronomía Costarricense*, 40(1), 81-88.
- MORELLO, J.H.; SARAVIDA TOLEDO, C.; 1959. El bosque chaqueño: I. Paisaje primitivo, paisaje natural y paisaje cultural en el Oriente de Salta. *Revista de agronomía del Noroeste Argentino*, 3(1-2), 5-81 y 209-258.
- MORELLO, J.; SANCHOLUZ, L. A.; BLANCO C.A. 1985. Estudio macroecológico de Los Llanos de la Rioja. Buenos Aires, Argentina: Serie del Cincuentenario de la Administración de Parques Nacionales, 5, 1-53.
- MOYO, B.; DUBE, S.; LESOLI, M.; MASIKA, P. 2012. Behavioural patterns of cattle in the communal areas of the Eastern Cape Province, South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 7(18), 2824-2834.
- MYSTERUD, A.; OSTBYE, E., 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin* 27(2): 385-394.
- NAMUR, P.; FERRANDO, C.A.; BERONE, G.; VERA, T. 2002. "Ganado bovino criollo y sus cruzamientos en los llanos de La Rioja". Artículo revista supercampo. Argentina.
- NAMUR, P.; FERRANDO, C.A.; VERA, T.; SALEME, A. 2008. "Resultados de cría de vientres puros criollo Argentino, Aberdeen Angus y sus cruza (La Rioja, Argentina)". IX Simposio Iberoamericano Recursos Zoogeneticos. Argentina.
- NRC. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy Press. Washington, D.C. p.232-240.
- OWEN SMITH, N. 2008. Effects of temporal variability in resources on foraging behaviour. In: *Resource Ecology* (pp. 159-182). Springer, Dordrecht.

- PATIÑO-PARDO, R.P.; MARTÍNEZ, K.G.; SALGADO, F.P.; RODRÍGUEZ, L.S.; SÁNCHEZ, C.V.; BETANCUR, J.G. 2008. Comportamiento ingestivo diurno y desempeño de novillos en pastoreo pertenecientes a tres grupos genéticos durante dos épocas climáticas.
- PEINETTI, H.R.; FREDRICKSON, E.L.; PETERS, D.P.C.; CIBILS, A.F.; ROACHO-ESTRADA, J.O.; LALIBERTE, A.S. 2011. Foraging behavior of heritage versus recently introduced herbivores on desert landscapes of the American southwest. *Ecosphere*. 2(5):1-14.
- PEROTTO-BALDIVIESO, H.L.; COOPER, S.M.; CIBILS, A.F.; FIGUEROA-PAGÁN, M.; UDAETA, K.; BLACK-RUBIO, C.M. "Detecting Autocorrelation Problems from GPS Collar Data in Livestock Studies," *Applied Animal Behaviour Science*, Vol. 136, No. 2, 2012, pp. 117-125.
- PETERSON, R.A.; WOOLFOLK, E.J. 1955. Behavior of Hereford cows and calves on short grass range. *Journal of Range Management* 8:51-57.
- PIEPER, R.D.; VAVRA, M.; y LAYCOCK, W.A. 1994. Ecological implications of livestock grazing. In *Ecological implications of herbivory in the west*. (pp. 177-211). Society for Range Management.
- PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S.; DEEPAYAN SARKAR, D.; R Development Core Team. 2013. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-113.
- POLANÍA, Y.; MORA, j.; SERRRANO, R.; PINEROS, R. 2013. Movimiento de ganado en pastoreo en un sistema silvopastoril del valle cálido del Magdalena Tolimense Colombia. *Rev. Col. Ciencia Anim.*, 6, 58-66.
- PORDOMINGO, A.J.; ADEMA, E.; PORDOMINGO, A.B.; RUCCI, T. 2004. Uso ganadero de montes rolados en la provincia de La Pampa. *EEA Anguil. Boletín de Divulgación Técnica* Nº 79: 164-168.
- PUTFARKEN, D.; DENGLER, J.; LEHMANN, S.; HARDTLE, W. 2008. Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science* 111, 54–67.

- QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.osgeo.org>
- QUIROGA, R.E.; BLANCO, L.J.; FERRANDO, C.A. 2009. A case study evaluating economic Implications of two grazing strategies for cattle Ranches in northwest Argentina. *Rangeland Journal Ecology Management*. 62:435–444.
- R CORE TEAM 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- RAFAEL, A.G.; CHAVEZ, M.G.; CHAVEZ, R.I.; NEGRETE, L.F. 1988. Hábitos de comportamiento y gasto energético de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano abierto del altiplano central, 26(2), 221–230.
- RAGONESE, A.E.; CASTIGLIONI, J.C.1968. La Vegetación del Parque Chaqueño. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. Volumen 11, páginas 133-160.
- REYNOLDS, J.F. Y STAFFORD SMITH, D.M. 2002. Global desertification, do humans cause deserts?. Dahlem Workshop Report 88. Dahlem University Press, Berlin, Germany.
- REED, B.C.; BROWN, J.F.; VANDERZEE, D.; LOVELAND, T.R; MERCHANT, J.W & OHLEN, D.O. 1994. Variability of land cover phenology in the USA. *Journal Vegetation Science*, 5:703– 714.
- ROACHO-ESTRADA, J.O.; FREDRICKSON, E.L.; BEZANILLA-ENRIQUEZ, G. A.; PEINETTI, H.R.; GONZALEZ, A.L.; RIOS, J.A. 2008. Comparison of grazing behavior between deserts adapted Mexican Criollo cattle and temperate British breeds using two diverse landscapes in New Mexico and Chihuahua. Joint Meeting of the Society for Range Management and the American Forage and Grassland Council. January.
- ROBERTS, G.; WILLIAMS, A.; LAST, J.D.; PENNING, P.D.; RUTTER, S.M. 1995. A low power post processed DGPS system for logging the locations of sheep on hill pastures. *Navigation: J. Inst. Navigation* 42(2): 327–336.

- ROMERO, A. 1995. Reconocimiento y cartografía de los suelos y su relación con la vegetación de los campos experimentales las vizcacheras y los cerrillos. INTA EEA La rioja. Informe final de plan de trabajo 430074.
- ROOK, A.J.; DUMONT, B.; ISSELSTEIN, J.; OSORO, K.; WALLISDEVRIES, M. F.; PARENTE, G.; MILLS, J. 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures—a review. *Biological Conservation* 119:137–150.
- ROUSE, J. E. 1977. *The Criollo Spanish cattle in the Americas*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA.
- RUSSELL, N.D.; RIOS, J.; EROSA, G.; REMMENGA, M.D.; HAWKINS, D.E. 2000. Genetic differentiation among geographically isolated populations of Criollo cattle and their divergence from other *Bos Taurus* breeds. *Journal Animal Science*. 78:2314-2322.
- RUSSELL, M.L.; BAILEY, D.W.; THOMAS, M.G.; WITMORE, K.B. 2012. Grazing Distribution and Diet Quality of Angus, Brangus, and Brahman Cows in the Chihuahuan Desert. *Rangeland Ecology & Management*, 65(4): 371-381. 2012.
- RUTTER, S.M.; BERESFORD, N.A.; ROBERTS, G. 1997. Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep. *Computers and electronics in agriculture*. 17(2): 177–188.
- SAL PAZ, F. 1986. El bovino criollo argentino: historia características y productividad. En: *Ganado Bovino Criollo Tomo I Orientación Gráfica Editora*. Pág. 3-7.
- SAWALHAH, M.N; CIBILS, A.F.; MALADI, A.; CAO, H.; VANLEEUEWEN, D.; HOLECHEK, J.; BLACK RUBIO, M.C.; WESLEY, R.L.; ENDECOTT, R.; MULLINIKS, T.; PETERSEN, M.K. 2016. Forage and Weather Influence Day versus Nighttime Cow Behavior and Calf Weaning Weights on Rangeland. *Rangeland Ecology & Management*. 69(2): 134–143.
- SENF, R.L.; COUGHENOUR, M.B.; BAILEY, D.W.; RITTENHOUSE, L.R.; SALA, O.E.; y SWIFT, D.M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience*. 37:789–799.

- SENFTE, R.L. 1989. Hierarchical foraging models: effects of stocking and landscape composition on simulated resource use by cattle. *Ecological Modeling*. 46: 283–303.
- SHEEHY C.M. 2007. Comparison of Spatial Distribution and Resource Use by Spanish and British Breed Cattle in Northeastern Oregon Prairie Ecosystems, M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.
- SOLFANELLI, P. 2002. Consumo de bovinos en pastoreo. *Revista de la Sociedad Rural de Jesús María, Córdoba, Argentina*. Nº.114: 22-33.
- TAYLOR, C.R.; CALDWELL, S.L; ROWNTREE, V.J. 1972. Running up and down hill. Some consequences of size. *Science* 178: 1096-1097.
- TOMKIEWICZ, S.M.; FULLER, M.R.; KIE, J.G.; BATES, K.K. 2010. Global positioning system and associated technologies in animal behavior and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1550): 2163–2176.
- TURNER, L.W.; UDAL, M.C.; LARSON, B.T.; SHEARER, S.A. 2000. Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(3): 405-413.
- UDAL, M.C.; TURNER, L.W.; LARSON, B.T.; SHEARER, S.A. 1998. GPS tracking of cattle on pasture. ASAE Paper No. 983134. International Meeting. ASAE. Orlando, FL. 12–15 July.
- UNGAR, E.D.; HENKIN, Z.; GUTMAN, M.; DOLVE, A.; GENIZI, A.; GANSKOPP, D.; 2005. Inference of animal activity from GPS collar data on free- ranging cattle. *Rangeland Ecology & Management*, 58(3): 256-266.
- VALLENTINE, J. F. 1990. *Grazing management*. Academic Press, San Diego, CA.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B., 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: Pigden, W.J., Balch, W.J., Graham, M. (Eds.), *Standardization of Analytical Methodology in Feeds*. International Research Development Center, Ottawa, Canada, pp. 49–60.

- VARA, O.; MORENO, R. 1984. Rumia En: Primer curso engorde estabulado de vacunos. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú. p. 30-31.
- VERA, J.C. 1977. El pastizal natural y producción ganadera de Los Llanos de La Rioja. IDIA. INTA. Bs. As. Argentina. Sup.35: 337-349.
- VERA, G.; BLANCO, L.J.; FERRANDO, C.A. 2003. Relaciones entre la Pobreza Rural y el Deterioro de los Recursos Forrajeros por Prácticas Ganaderas Comunitarias en los Llanos De La Rioja, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). La Rioja.
- WAGNON, K.A. 1963. Behavior of beef cows on a California range. California Agricultural Experiment Station. Bulletin 799.
- WALBURGER, K.J.; WELLS, M.; VAVRA, M.; DELCURTO, T.; JOHNSON, B., AND COE, P. 2009. Influence of cow age on grazing distribution in a mixed-conifer forest. *Rangeland Ecology & Management*. 62: 290-296.
- WALKER, J. W. 1995. Viewpoint: grazing management and research now and in the next millennium. *Journal of Range Management*. 48:350–357.
- WALBURGER, K.J.; WELLS, M.; VAVRA, M.; DELCURTO, T.; JOHNSON, B.; COE, P. 2009. Influence of cow age on grazing distribution in a mixed-conifer forest. *Rangeland Ecology Management*. 62: 290-296.
- WALKER, J.W., 1995. Viewpoint: Grazing management and research now and in the next millennium. *Journal of Range Management*. 48: 350-357.
- WARD, D.; SALTZ, D. 1994. Foraging at different spatial scales: Dorcas gazelles foraging for lilies in the Negev Desert. *Ecology*. 75(1): 48-58.
- WESLEY, R.L.; CIBILS, A.F.; MULLINIKS, J.T.; POLLAK, E.R.; PETERSEN, M.K.; E. L. FREDRICKSON, E.L. 2012. "An Assessment of Behavioural Syndromes in Rangeland-Raised Beef Cattle," *Applied Animal Behaviour Science*. 139(3): 183-194.
- WILLIAMS, L. R.; JACKSON, E. L.; BISHOP-HURLEY, G. J.; SWAIN, D. L. 2017. Drinking frequency effects on the performance of cattle: a systematic review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 101(6): 1076-1092.

ZENGEYA, F. M.; MURWIRA, A.; GARINE-WICHATITSKY, D. 2014. Seasonal habitat selection and space use by a semi-free range herbivore in a heterogeneous savanna landscape. *Austral ecology*, 39(6): 722-731.

9. ANEXO

Cuadro A1: Resumen del funcionamiento de collares GPS, por estación, raza y día.

		Invierno																																									
DI AS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			
	id																																										
AA	1	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	
AA	2	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AA	3	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AA	4	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	
AA	5	S	S	S	S	S	S	S	S	N	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CrA	6	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CrA	7	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	
CrA	8	S	S	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CrA	10	S	S	S	-	-	-	-	-	N	-	N	N	N	N	-	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	
CrA	11	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	
		verano																																									
CrA	2	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CrA	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	N	S		
CrA	4	-	-	-	S	S	S	-	-	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CrA	5	-	S	N	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CrA	6	-	S	-	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	S	N	S	
AA	7	-	S	N	S	S	-	S	N	N	N	N	-	N	-	-	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	-	N	S	S	S	S	S	-	S			
AA	8	-	S	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
AA	9	-	S	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
AA	10	-	S	N	-	-	-	-	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N	S			
AA	24	-	-	-	-	S	S	S	-	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

S: días que ingresaron en los análisis (> 115 puntos/día). N: días que no ingresaron en los análisis por tener representada solo a una raza. -: Días que no ingresaron en los análisis (<115 puntos/ día).