



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



Facultad de Veterinaria  
Universidad de la República  
Uruguay

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Programa de Posgrados**

**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GRUPAL Y USO  
DEL ESPACIO DE GANADO DE CARNE (*Bos taurus*) EN UN  
SISTEMA DE PRODUCCIÓN SILVOPASTORIL Y UNO DE  
PASTURA ABIERTA.**

**PABLO ERNESTO BOBADILLA ROBLEDO**

**TESIS DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**URUGUAY  
2018**



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Programa de Posgrados**

**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GRUPAL Y USO  
DEL ESPACIO DE GANADO DE CARNE (*Bos taurus*) EN UN  
SISTEMA DE PRODUCCIÓN SILVOPASTORIL Y UNO DE  
PASTURA ABIERTA.**

**PABLO ERNESTO BOBADILLA ROBLEDO**

Stella Maris Huertas Canén

Francisco Galindo Maldonado

**Director de Tesis**

**Co-director**

**2018**

INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE

**DEFENSA DE TESIS**

**Dr. Juan Pablo Damián.**

**Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.**

**Dr. Rodolfo Ungerfeld.**

**Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.**

**Dr. Agustín Orihuela.**

**Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.**

**2018**

**FACULTAD DE VETERINARIA**  
**Programa de Posgrados**

**ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS**  
**DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

“Caracterización del comportamiento  
grupal y espacial de ganado de carne en un sistema de producción  
silvopastoril y uno de pastura abierta”

---

**Por: Lic. Pablo Ernesto BOBADILLA ROBLEDO**

**Directora de Tesis: Dra. Stella Huertas**

**Codirector de Tesis: Dr. Francisco Galindo**

**Tribunal**

**Presidente: Dr. Juan Pablo Damián**

**Segundo Miembro: Dr. Agustín Orihuela**

**Tercer Miembro: Dr. Rodolfo Ungerfeld**

**Fallo del Tribunal: APROBADA CON MENCIÓN**

El Fallo del Tribunal puede ser: Aprobada (corresponde a la nota BBB-6), o Aprobada con Mención (corresponde a la nota SSS-12)

**Anfiteatro de Anatomía**  
**Miércoles 9 de mayo de 2018**



Montevideo, 9 de Mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA  
Posgrados Académicos y Especializaciones

El tribunal considera que la Tesis de Maestría del Lic. Pablo Bobadilla es un importante trabajo de etología aplicada en bovinos de carne. La Tesis está bien estructurada, presenta una correcta revisión bibliográfica, hipótesis y objetivos claros, con una estrategia de investigación acorde a los objetivos planteados. Los materiales y métodos están bien detallados e ilustrados, y se presentan resultados relevantes para el área del conocimiento. La información generada en la Tesis tiene impacto a nivel de conocimiento básico sobre el comportamiento animal, y aplicado a los sistemas productivos.

La exposición oral del Lic. Pablo Bobadilla fue clara, concreta e ilustrativa del trabajo de Tesis. En la defensa se demostró amplio y sólido conocimiento del tema, se respondió con solvencia y claridad las preguntas y presentó buena disposición y receptividad para incorporar sugerencias y comentarios del Tribunal.

Por todo lo expresado anteriormente, el Tribunal por unanimidad califica el trabajo de Tesis de Maestría en Producción Animal del Lic. Pablo Bobadilla: **"Comparación del comportamiento grupal y uso del espacio de ganado de carne (Bos taurus) en un sistema de producción silvopastoril y uno de pastura abierta"** como Aprobado con Mención.

Dr. Juan Pablo Damián  
(Presidente)

## **AGRADECIMIENTOS**

**Stella Maris Huertas** por su apoyo, asesoramiento y guía a lo largo del trabajo.

**Francisco Galindo** por sus aportes en elaboración de la propuesta y la interpretación de los datos.

**Hugo Trías** por prestar su establecimiento y sus animales para el trabajo.

**Walter Rodríguez** por su colaboración en el manejo de animales y potreros.

Al tribunal de tesis por los aportes, comentarios y sugerencias realizados.

**Emilie Akkermans**, persona insustituible y de grandes aportes en todas las etapas de este trabajo.

**Hernán Bueno, Álvaro Laborda, Joaquín Baruch y Micaela Garcén**, por su trabajo de colaboradores de campo.

**Adriana Bobadilla**, por compartir la etapa de elaboración del manuscrito.

**Malvina Prieto**, compañera durante de los cursos de maestría.

Mis compañeros del Departamento de Bioestadística.

A mis amigos y familia, en especial Yoel Vilas, Gonzalo Cortés y Verónica Etchebarne

## **DEDICATORIA**

*A Stella Mary Robledo Baliero.*

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>III</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>IV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. ETOLOGÍA DE LOS BOVINOS .....	1
1.2. SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	8
<b>2. ANTECEDENTES Y CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
<b>3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
3.1 HIPOTESIS: .....	12
3.2. OBJETIVO GENERAL: .....	12
3.3. OBJETIVOS PARTICULARES: .....	12
<b>4. ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
5.1. SITIO DE TRABAJO.....	14
5.2 ESTUDIO ETOLÓGICO .....	21
5.3 CARACTERIZACIÓN DEL MICROCLIMA.....	24
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	26
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
6.1 DETERMINACIÓN DEL USO DEL ESPACIO EN INVIERNO SEGÚN SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	27
6.2 PROPORCIÓN DE INDIVIDUOS EXPRESANDO ESTADOS DE COMPORTAMIENTO Y USO DEL ESPACIO SEGÚN POTRERO EN INVIERNO.....	30
6.3 DETERMINACIÓN DEL USO DEL ESPACIO EN VERANO SEGÚN SISTEMA DE PRODUCCIÓN. ....	35
6.4. PROPORCIÓN DE INDIVIDUOS EXPRESANDO ESTADOS DE COMPORTAMIENTO Y USO DEL ESPACIO SEGÚN POTRERO EN VERANO .....	38
6.5 CUANTIFICACIÓN DE LOS EVENTOS CONDUCTUALES.....	43
<b>7. DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
7.1 USO DEL ESPACIO.....	44
7.2 PATRON DE COMPORTAMIENTO .....	46
7.3 EVENTOS CONDUCTUALES.....	48
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
8.1 CONCLUSIÓN GENERAL.....	49
8.2 USO DEL ESPACIO.....	49
8.3 PATRÓN DE COMPORTAMIENTO.....	49
8.4 EVENTOS CONDUCTUALES.....	49
<b>9. REFLEXIONES FINALES .....</b>	<b>50</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>

## RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles (SSPS) son aquellos que integran la ganadería con la producción forestal y se componen de un sistema en el que interactúan la pastura, los árboles y los animales. En Uruguay estos sistemas son de reciente introducción y se basan en la incorporación de plantaciones forestales de *Eucalyptus spp.* a zonas de campo natural tradicionalmente utilizadas para la producción ganadera.

Los árboles proveen a los animales de protección frente a situaciones adversas desde el punto climático y en regiones tropicales se han observado cambios en el comportamiento, desempeño productivo y parámetros fisiológicos en animales mantenidos en SSP. La mayor parte de estas investigaciones se han realizado en *Bos taurus indicus* y sobre pasturas artificiales por lo general en forma de monocultivo. Para conocer cómo se comportan y utilizan el espacio los bovinos de razas europeas en SSP basados en campo natural y en climas templados, se trabajó en un predio ganadero comercial del centro sur de Uruguay, que contaba con potreros de sistema de pastura abierta (SPA) y potreros SSP con marco de plantación 2x2x7 forestados con *Eucalyptus globulus globulus* que a su vez contaban con áreas no forestadas dentro de los mismos. Durante tres días en invierno y dos días en verano, se registraron y compararon las proporciones de individuos en diferentes estados conductuales (pastando, parados, echados y caminando) en cuatro grupos de *Bos taurus* raza Hereford, dos grupos de (n=18 y n=23) en SSP y los dos restantes (n=31 y n=31) en SPA. También se registraron las diferentes áreas utilizadas por los bovinos durante el día. Se utilizó un Modelo General Lineal de la familia binomial para comparar la proporción de animales pastoreando entre los grupos, utilizando las variables sistema, potrero y momento del día como variables factor. Se realizó un análisis de frecuencias para comparar el uso del espacio.

Durante las observaciones de invierno no se encontraron diferencias entre los patrones de comportamiento de los grupos en SPA y los de SSP, solamente la variable momento del día fue significativa ( $p < 0,001$ ). Entre los grupos SSP se registró un uso equitativo de las áreas forestadas y no forestadas de los potreros, a excepción de la mañana en la que los animales prefirieron las zonas sin árboles, pero con impacto directo de la radiación solar. Los animales en pastura abierta utilizaron predominantemente este ambiente durante todo el día.

Durante las observaciones de verano, los patrones de comportamiento fueron diferentes entre momento del día ( $p < 0,001$ ), el sistema ( $p = 0,001$ ) y el potrero ( $p = 0,001$ ) mostrando una proporción superior y constante de animales pastoreando durante el día en los SSP, mientras que los animales en SPA mantuvieron un patrón de comportamiento similar al mostrado en invierno. Los animales en pastura abierta recurrieron al utilizar la zona de la sombra durante las horas posteriores al mediodía para desplazarse nuevamente a la pastura a la tarde. Sin embargo los animales en SSP, utilizaron equitativamente áreas forestadas y no forestadas durante el día. Se encontró por lo tanto un patrón de comportamiento diferente entre los animales en el SSP durante el verano. Así como diferencias en el uso del espacio entre las estaciones evaluadas.

## SUMMARY

Silvopastoral systems (SPSS) integrate cattle production with forestry and are composed of a system where pasture, trees and animals interact. In Uruguay these systems have been recently introduced and are based on the incorporation of *Eucalyptus spp.* tree plantations mainly in areas of natural grasslands which are traditionally used for cattle production. For the animals, trees provide protection against adverse weather conditions and in tropical regions they may influence changes in behavior, productive performance and physiological parameters. All of which have been observed in animals kept in SPS. Most of the research has been done on *Bos taurus indicus* and on artificial pastures generally monoculture. To find out how European cattle breeds behave and use the different areas of the paddocks and temperate weather, research was conducted on a commercial beef ranch, where open pasture system (OPS) and SPS paddocks were available. The plantation frame of the SPS was 2x2x7 of *Eucalyptus globulus globulus* and it included not forested areas. During three days in winter and two days in summer, the frequency of animals performing different behaviors (grazing, standing, lying and walking) was registered and compared in four herds of *Bos taurus* Hereford cattle, two groups in SPS (n= 18 y n= 23) and two groups in OPS (n=31 y n=31). The areas used by the cattle during the day were registered as well. To compare the proportion of animals grazing between groups, a General Linear Model of the binomial family was used using system, paddock and moment of the day as factor variables. A frequency analysis was performed to compare space use. During winter observations no differences were found between behavioral patterns between groups with the exception of the variable moment of the day ( $p<0.001$ ). SPS groups showed an even use of forested and non-forested areas of the paddock, except during morning hours when they preferred treeless areas with direct solar radiation. Animals from open pasture groups used almost exclusively this area during the day. During summer observations, behavioral patterns were different between moment of the day ( $p<0.001$ ), system ( $p=0.001$ ) and paddock ( $p=0.001$ ), animals in SPS showed a higher and constant proportion of individuals grazing during the day, while in OPS the behavioral pattern resembled the one found in winter. Animals in OPS used the shaded areas of the paddock in the hours following midday and later went back to the grassland areas. Nevertheless animals in SPS used the evenly forested and non-forested areas of the paddock. A different group behavior pattern was found between animals in SPS and OPS in summer. And also differences in the use of space.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Etología de los Bovinos

### 1.1.1. Estudio del comportamiento en bovinos

El estudio del comportamiento animal es de suma importancia para el diseño y ejecución de sistemas pecuarios exitosos. Stricklin & Kautz-Scanavy (1984), consideran importante el estudio del comportamiento para contemplar globalmente un sistema de producción pecuario incluyendo la actividad individual, el ambiente social y el ambiente físico de los animales. Además, el objetivo de estudiar el comportamiento desde una perspectiva aplicada es entender mejor las causas que subyacen a las acciones de los animales, para así diseñar sistemas de producción más eficientes. En el ámbito científico se denomina etología aplicada a la rama de esta disciplina que se enfoca en el comportamiento de los animales con fines productivos, sanitarios, de bienestar animal y/o de conservación.

El desarrollo de la etología aplicada según Galindo (2004) se ha producido en las últimas décadas desde que diferentes especies de animales de granja se explotan en grandes grupos en el marco de sistemas de producción intensivos con consecuencias negativas para los animales. Estas consecuencias se manifiestan a nivel productivo, sanitario y de bienestar animal debido a la incapacidad fisiológica y conductual de los animales para adaptarse a las condiciones de producción intensivas.

Previo al estudio del comportamiento de cualquier especie, es importante tener en cuenta aspectos generales de cómo los animales perciben su entorno, ya que como plantea Phillips (2001) “El comportamiento de un animal son sus reacciones a los estímulos, los cuales están determinados por su percepción del ambiente interno y el externo” por lo que a continuación se recapitularán algunas características básicas de los aparatos sensoriales de los bovinos encargados de relevar información de estímulos externos, extraídas de Phillips, (2001) y Orihuela & Galindo (2004).

### 1.1.2. Percepción del entorno

#### Visión

Este sentido está involucrado en la percepción de gran parte de los estímulos y es responsable por aproximadamente el 50% del total de la información sensorial. Los animales obtienen la información visual en etapas. Inicialmente se forma un “dibujo” primario a partir de las imágenes retinales, de éste se extrae información relevante como profundidad, movimiento, forma, tamaño y sombra. Esta información es procesada para formar una imagen estereoscópica, que se combina con la memoria cognitiva para producir información que se puede almacenar y utilizar en la toma de decisiones.

La visión periférica es de tipo monocular tiene un campo de aproximadamente 330°, que utilizan para estar en contacto con el resto del rodeo y mantenerse alertas ante la aparición de depredadores. Este tipo de visión acarrea dificultades para captar la profundidad cuando caminan con la cabeza en alto. Además son sensibles a los contrastes bruscos de luz y oscuridad. Los bovinos son capaces de percibir colores, en especial aquellos de onda larga como rojo, amarillo y anaranjado. La percepción

del rojo tiene valor para su supervivencia asociándolo con la sangre lo que dispara una respuesta de huida cuando un miembro del grupo es atacado y aparece sangre. La discriminación de color puede ser útil en la selección de la dieta. Linnane y col (2001) discuten que los picos máximos de actividad de pastoreo grupal que ocurren al amanecer y atardecer están relacionados con la diferencia entre el radio de las ondas cortas y largas cuando éste se compara con la luz del mediodía. La visión también cumple un rol importante en el comportamiento social debido a que les permite reconocer el lenguaje corporal de los compañeros del grupo, como amenazas, sumisión y conductas de tipo sexual.

### Olfato

Los bovinos como otros vertebrados detectan olores de objetos animados e inanimados utilizando esta información para modificar su comportamiento, reproductivo, de ingestión y/o social. A diferencia de los humanos, tienen el órgano vomeronasal que es particularmente sensible a feromonas, que son comunes en la orina y se utilizan en la comunicación social y sexual. Las feromonas también sirven para transmitir miedo y el ganado responde a las feromonas producidas por individuos de la misma especie deteniendo las actividades que los puedan exponer a riesgos. También son sensibles a los olores de depredadores potenciales como los perros.

### Oído

Este sentido está muy desarrollado a pesar que se sospecha que es menos importante que la visión, siendo de particular importancia en la comunicación intra-específica. Tienen buena capacidad para escuchar frecuencias bajas, sin embargo su umbral para frecuencias altas es mejor que el de los humanos y por ejemplo les permite detectar pequeños depredadores como murciélagos vampiros (*Desmodus rotundus*).

Otro aspecto de la audición es la capacidad de un animal de detectar la ubicación de la fuente de un sonido. Si bien los bovinos no son muy buenos para esto, pueden detectar un sonido con una dispersión de 30° a partir de su fuente, lo que en su caso es suficiente para determinar la dirección de un peligro percibido y escapar. También este sentido juega un rol en el comportamiento social, ya que existen por lo menos 5 tipos de vocalizaciones con sus posibles combinaciones en bovinos, las cuales varían en timbre, tono e intensidad dependiendo del contexto en que se producen.

### Gusto

Tiene un papel importante en la alimentación y en el reconocimiento de la cría por parte de la madre. Se han identificado cuatro sabores primarios correlacionados con requisitos fisiológicos, dulce para fuente energética, salado para controlar el balance electrolítico, amargo para evitar toxinas y taninos que reducen el valor nutricional de las plantas y ácido para regular el pH. El resto de los sabores que pueden detectar derivan de combinaciones de estos cuatro tipos de receptores primarios.

### Tacto

La piel contiene una cantidad de receptores: mecanoreceptores para detectar movimiento y fuerza, termoreceptores para detectar temperatura y nociceptores para detectar condiciones de daño patológicas. El área alrededor de la boca posee gran cantidad de receptores y es utilizada en situaciones de exploración.

### Percepción de la temperatura, tolerancia térmica e Índice de Temperatura /Humedad.

El ganado percibe la información térmica, humedad relativa o velocidad del viento, por medio de termorreceptores, sequedad de la piel (en especial garganta y pasaje nasal) y mecanorreceptores respectivamente. Cuando se habla de temperatura óptima para el ganado usualmente se hace referencia a la zona de confort o termoneutral. Por encima o debajo de la misma el ganado tiene que activar mecanismos fisiológicos para mantener su temperatura corporal, esto lo hace invirtiendo energía metabólica en disipar calor, por lo que la energía disponible para otras funciones disminuye, y de persistir la situación el animal verá resentida su salud y su producción (Hahn, 1999). Frente a temperaturas altas la primera respuesta de los bovinos es de tipo conductual. Lo primero es evitar exponer sus flancos al sol además de ubicarse en zonas expuestas al viento. También buscarán sombra debajo de los árboles, construcciones e incluso la sombra de sus propios compañeros de grupo para reducir la absorción de calor. De mantenerse las condiciones se producirá una reducción en la actividad y de la ingesta de alimentos para de esta manera reducir la fuente de calor endógena (fermentación ruminal). El ganado adulto aprende a utilizar microclimas favorables, el ganado joven, por su parte, es más propenso a utilizar áreas donde la temperatura ambiente está por debajo de la zona de confort. Se asume, por lo tanto, que el uso de estas diferentes áreas en la regulación térmica en los bovinos es una conducta aprendida. Las primeras respuestas a altas temperaturas pueden aparecer ya a los 21°C de temperatura ambiental, pero aumentos mayores ya sobre 25°C incluyen respuesta de reducción de la ingesta de alimentos y por lo tanto del calor generado en la digestión. Por lo general las temperaturas bajas no impactan en demasía. Aunque las bajas temperaturas combinadas con la lluvia pueden provocar un estado de estrés térmico. La lluvia al humedecer la piel disminuye la capacidad de aislamiento térmico de los bovinos. Si bien hay diferencias genéticas en la susceptibilidad del ganado a la temperatura, las mismas probablemente tengan su origen en diferencias endógenas en la producción de calor y de disipación del mismo (Van laer et al. 2014). Los animales de razas Hereford y Aberdeen Angus se caracterizan por bajas demandas energéticas y un alto potencial para acumular grasa aún con una dieta pobre, por lo que se asume que son relativamente resistentes a las condiciones de bajas temperaturas (Van laer et. al 2014). El ganado Holstein-Friesian es particularmente propenso al estrés por calor, comparado con el ganado *Bos taurus indicus*. Los bovinos índicos (a pesar de ser más tolerantes al calor) en grupos mixtos pueden seguir el comportamiento del ganado menos resistente reduciendo el tiempo de pastoreo como mitigación al efecto de las altas temperaturas.

Para evaluar las condiciones del ambiente térmico en las que se encuentran los bovinos es de uso común el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), desarrollado por Thorn (1959), que considera la temperatura del aire y la humedad relativa en el ambiente (ver fórmula en sección 4.3). El ITH es un indicador utilizado como referencia para determinar niveles de alerta de estrés por calor. El cuadro 1, muestra los niveles de estrés térmico de acuerdo a los valores de ITH y se puede utilizar de referencia para tomar medidas preventivas en el manejo de los animales.

Para los niveles de alerta por bajas temperaturas se utiliza el *Wind Chill Index* desarrollado para humanos y adaptado para bovinos por Tucker et al. (2007).

CUADRO 1. UMBRALES DE ITH Y NIVELES DE ESTRÉS TÉRMICO DE EIGENBERG ET AL. (2007)

Valor ITH	nivel de estrés térmico
ITH<74	Normal
74≤ITH≤79	Alerta
79≤ITH≤84	Peligro
ITH≥84	Emergencia

### 1.1.3 Comportamiento grupal de los bovinos

El estudio del comportamiento en los bovinos permite determinar los comportamientos que son de ocurrencia natural y utilizar esta información para establecer sistemas de producción que permitan la expresión de los mismos.

Dentro de las 5 libertades propuestas para el bienestar de los animales de producción (*Farm Animal Welfare Committee*, 2011) se encuentra aquella que plantea la necesidad de permitirles a los animales expresar su patrón de comportamiento normal. El origen de la especie puede ayudar a identificar aspectos conductuales claves para la elaboración y manejo de los sistemas productivos. Ritz et al. (2000) en base a estudios genéticos determinaron que tanto *Bos taurus* como *Bos taurus indicus* divergieron de las especies salvajes de la tribu Bovini (el bufalo africano y el bisonte) hace ya cientos de miles de años. La domesticación del ganado moderno, por su parte, fue entre 6000 a 8000 años atrás (Stricklin & Kautz-Scanavy, 1984), siendo sus ancestros la especie *Bos primigenius* compuesta por animales de gran porte que vivían en los bosques de Europa y Asia extintos hace más de 3 siglos (Troy et al. 2001).

El proceso de domesticación de los animales en general, depende en gran medida del grado de plasticidad en el desarrollo de las especies y el grado en que el ambiente de cautiverio permite el desarrollo y expresión de los patrones de conducta especie-específicos compatibles con las técnicas de manejo (Price, 2004). En su revisión del año 1984, Stricklin & Kautz-Scanavy listan las características de los bovinos que favorecieron su proceso de domesticación, entre las que se encuentran, 1) que viven en grandes grupos sociales, 2) que sus juveniles están desarrollados al nacer, 3) que tienen una pequeña distancia de fuga con el hombre, 4) que poseen capacidad de habitar diversidad de ambientes (desde los trópicos a zonas sub-árticas o sub-antárticas), 4) y que tienen una relativa limitación en su agilidad.

Una de las estrategias disponible para conocer el comportamiento natural de los bovinos es estudiar al ganado en estado feral. El estado feral se define como: “animales domesticados que viven libremente con mínima (cuando no nula) intervención humana” (Kilgour, 2012). El estudio de estas poblaciones ferales permite tener una idea del comportamiento de la especie sin perder de vista la gran influencia de la selección artificial en la base genética de la especie y seguramente en su comportamiento (Rushen et al., 2007).

Lazo (1994) y Hernández et al. (1999) estudiaron poblaciones ferales en España y México respectivamente. Lazo (1994) encontró que la afinidad entre individuos de un grupo está relacionada con la edad y el sexo y que los grupos de vacas con

animales juveniles forman grupos sociales estables con vínculos de largo duración entre sus miembros. Además de que los miembros de un grupo comparten un área donde viven y mantienen una segregación espacial y social con otros grupos, los tamaños de estos grupos variaron entre 13 y 20 individuos. Hernández et al. (1999) compararon bovinos domésticos con ganado feral (sin ningún tipo de manejo productivo con la excepción de capturas ocasionales para venta en mercados locales) Los autores trabajaron en un área de 151.000 ha en la que coexistían grupos de bovinos domésticos y grupos ferales. Se observó que los bovinos ferales viven en grupos pequeños que tuvieron como máximo 20 animales y que los territorios de estos grupos tienen una media de 47 km<sup>2</sup> frente a una media de 14 km<sup>2</sup> de los bovinos domésticos. Así mismo encontraron que en promedio los grupos ferales caminan 20 km al día mientras que los domésticos recorren 7 km al día.

Más allá de las limitaciones para estudiar y conocer el comportamiento “normal” de la especie, la literatura científica está muy desarrollada en el tema. Gran parte de este desarrollo se da en el contexto de la producción intensiva, por lo que es importante el estudio en condiciones productivas extensivas, en las que la distribución, duración y sincronización de varios comportamientos se encuentran menos restringidas (Van laer et al. 2014). Sin embargo el hecho de estudiar el ganado en condiciones de producción extensivas también puede tener sus limitantes: según Kilgour et al. (2012), muchos de los trabajos publicados tienen limitaciones para entender el comportamiento del ganado en las pasturas debido a que varios de ellos trabajaron 10 o menos animales, que en otros tantos solamente se siguió a un solo animal por extensos periodos de tiempo, además de que ningún trabajo de los relevados estudió el uso del tiempo por parte de los animales de manera completa.

Intentado sortear las limitantes de estos estudios y para tratar de caracterizar el comportamiento grupal de los bovinos en condiciones de pastura, Kilgour et al. (2012) estudiaron seis grupos de novillos de razas europeas (uno de los grupos tuvo algunos animales Brahman) mantenidos en condiciones de pasturas naturales para describir los comportamientos y el uso del tiempo que éstos realizan. Los autores utilizaron grupos de bovinos de entre 56 a 500 individuos y superficies de pastoreo que mayores a 200 hectáreas. Entre los resultados del trabajo se destaca que de 133.840 registros individuales de comportamiento, el pastoreo fue el comportamiento más frecuente con el 50% del total de las observaciones, seguido del descanso (tanto de pie como echados) con un 31,8% y un 13,8% el caminar, el resto de los comportamientos ocurrieron en el 3,4% restante de las observaciones, dejando en claro que el pastoreo, el descanso y la caminata ocupan un lugar de preponderancia en las actividades de los bovinos (en este caso el 96,6% del total de las observaciones). Es importante remarcar que al haber trabajado con grupos de novillos, muchos comportamientos quedan excluidos del análisis, entre ellos los comportamientos reproductivos y materno-filiales.

Según lo encontrado por Kilgour et al. (2012) en cuatro de los seis grupos evaluados la actividad de pastoreo fue mayor durante las horas del día y se concentró al amanecer y luego al atardecer, siendo levemente mayor la cantidad de individuos pastoreando en la mañana respecto del atardecer. Los resultados coincide con lo encontrado por Linnane y col (2001) con la excepción que en este último trabajo y contrastando con Kilgour et al. (2012) la actividad de pastoreo al atardecer involucró más individuos que al amanecer.

Los dos grupos restantes tuvieron patrones diurnos de pastoreo no tan marcados, ya que aparecieron instancias de pastoreo con altas cantidades de individuos involucrados en horas del mediodía. En la figura 1 se muestran los resultados encontrados por Kilgour et al. (2012) respecto de los patrones diurnos de pastoreo de los 6 grupos evaluados.

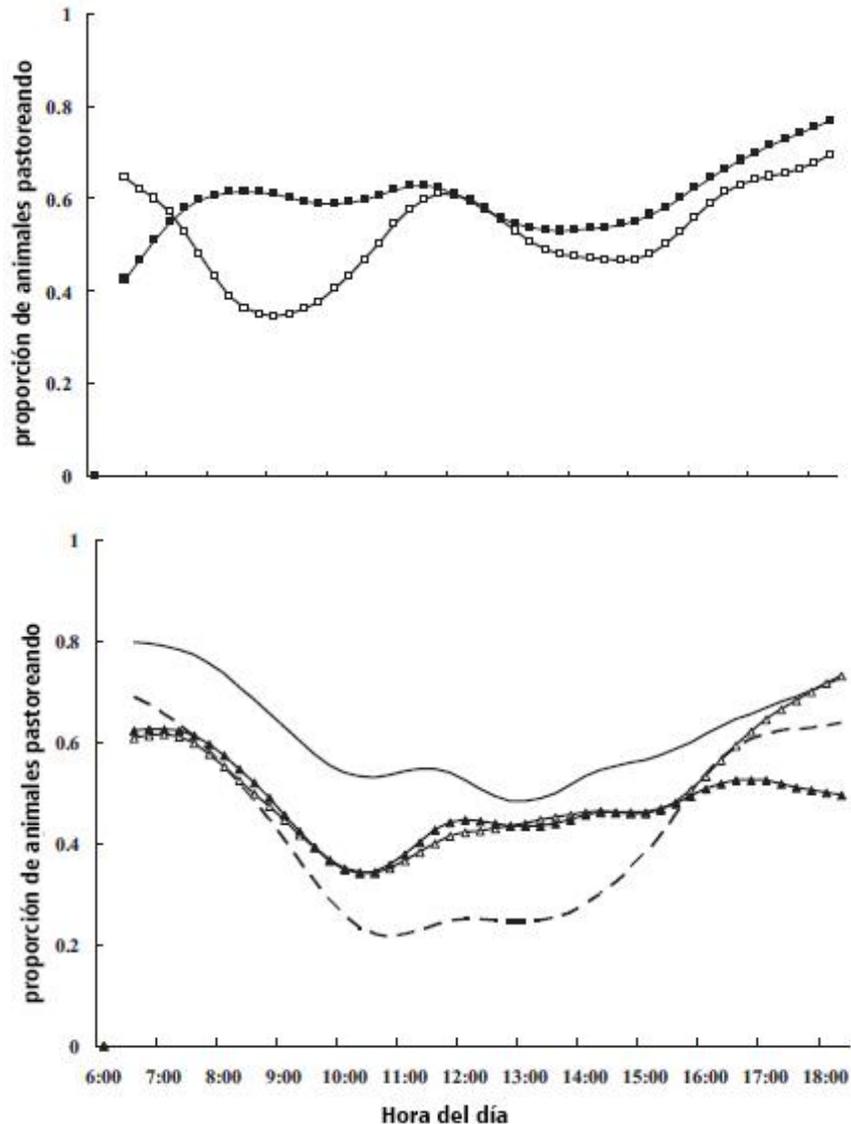


FIGURA 1. PATRONES DIURNOS DE PASTOREO COMO PROPORCIÓN DE ANIMALES DEL GRUPO PASTANDO DURANTE EL DÍA EN SEIS GRUPOS DE NOVILLOS. EL GRÁFICO SUPERIOR MUESTRA EL PATRÓN DE LOS GRUPOS QUE NO TUVIERON UNA MARCADA CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD DE PASTOREO AL AMANECER Y AL ATARDECER. EL GRÁFICO INFERIOR MUESTRA LOS PATRONES DE PASTOREO DE LOS GRUPOS QUE SÍ PRESENTARON UN CLARO PATRÓN DE PASTOREO AL AMANECER Y AL ATARDECER. ADAPTADO POR EL AUTOR A PARTIR DE KILGOUR ET AL. 2012.

Linnane et al. (2001) estudiaron como varían los patrones de pastoreo de acuerdo a los cambios en las estaciones, encontrando que el tiempo de pastoreo diurno disminuyó cuando se aproximó el invierno con un aumento del tiempo de pastoreo nocturno. El pastoreo nocturno alcanzó al 50% del tiempo diario destinado a esta actividad en el mes de diciembre (invierno boreal). Los dos momentos principales del pastoreo se mantuvieron al amanecer y atardecer sin importar la estación.

Durante los días de mayor fotoperiodo los autores encontraron dos pequeños periodos de pastoreo entre los dos principales, situación que no se observa durante el invierno. Las figuras 2 y 3 muestran estos patrones para el verano y el invierno.

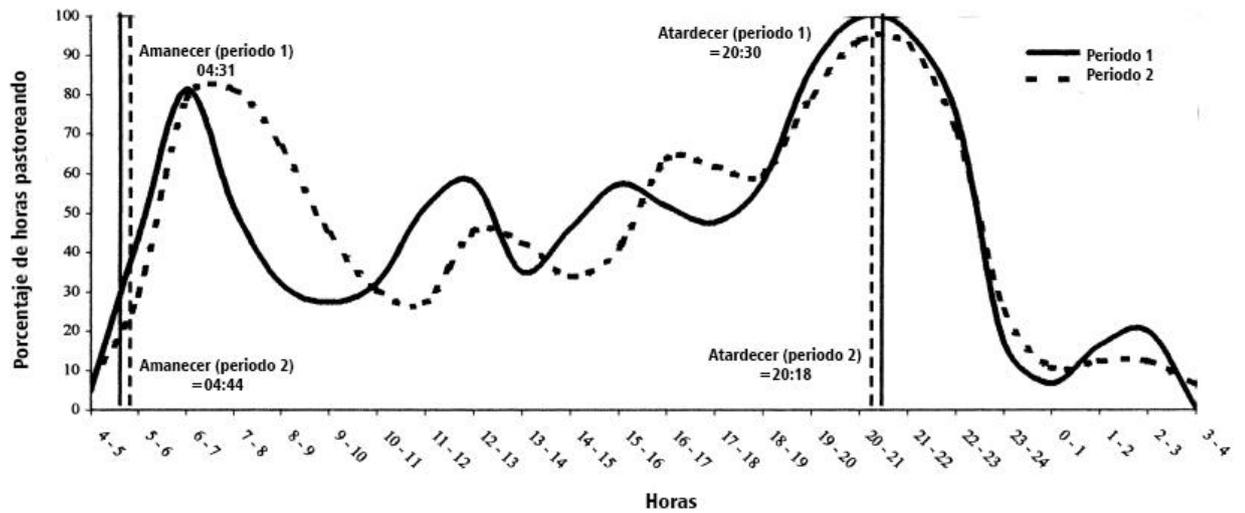


FIGURA 2. CICLO CIRCADIANO DURANTE EL VERANO, COMO PORCENTAJE DE HORAS GRUPALES PASTOREANDO EN FUNCIÓN DE LA HORA DEL DÍA. ADAPTADO POR EL AUTOR A PARTIR DE LINNANE ET AL. 2001.

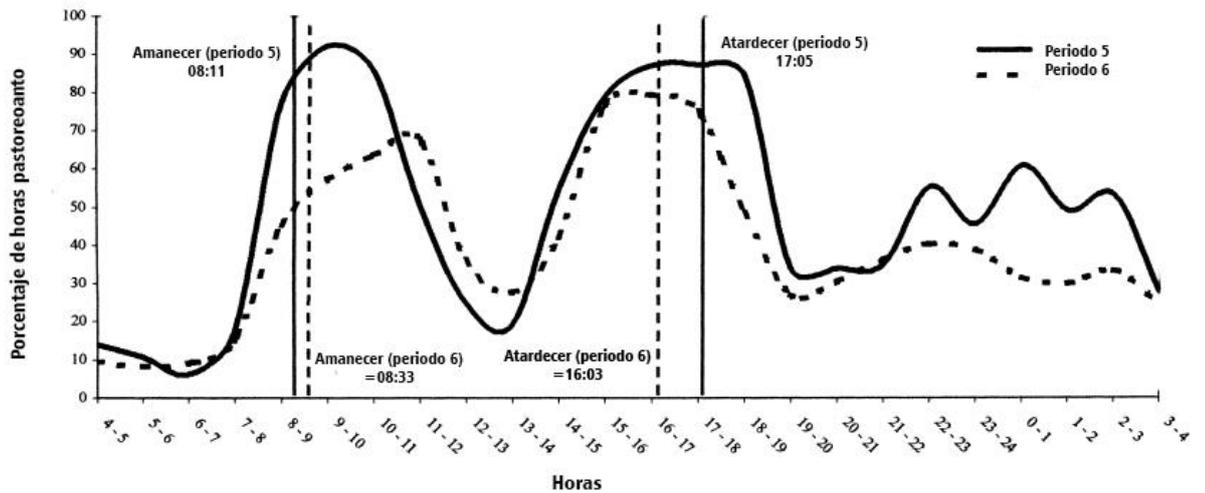


FIGURA 3. CICLO CIRCADIANO DURANTE EL INVIERNO, COMO PORCENTAJE DE HORAS GRUPALES PASTOREANDO EN FUNCIÓN DE LA HORA DEL DÍA. ADAPTADO POR EL AUTOR A PARTIR DE LINNANE ET AL. 2001.

## 1.2. Sistemas Silvopastoriles

### 1.2.1. Definición y tipos de sistemas silvopastoriles

Los sistemas de producción ganadera, son muy diversos, desde sistemas intensivos a sistemas extensivos y se desarrollan en una gran amplitud de condiciones geográficas y climáticas. Dentro de esta diversidad de sistemas de producción se encuentran los sistemas silvopastoriles (SSPS). Estos sistemas se definen como un tipo de agroforestería, en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales de la ganadería (forrajeras y animales) (Mahecha 2002; Cubbage et al. 2012). Esta integración de los árboles beneficia al componente animal ya que aporta sombra y abrigo, contribuyendo a la disminución del estrés térmico permitiendo una mayor ganancia diaria de peso por animal respecto a los que no disponen de sombra. A nivel del suelo mejora la tolerancia a los períodos de clima extremo (Murgueitio et al. 2009). En términos económicos y en percepción de los mismos productores, la diversificación de la producción posibilita obtener ingresos adicionales, porque los árboles y los animales tienen un nivel de producción comparable al nivel que producirían como componentes individuales del sistema (Cubbage et al. 2012).

Dentro de la categoría de SSPS hay gran diversidad de formatos que según la región geográfica donde se encuentren, las condiciones económicas, productivas, ambientales y culturales. Por lo tanto no son sistemas homogéneos y son varias las maneras en que se puede integrar la producción forestal y ganadera (Bussoni et al. 2017). La diversidad de SSPS abarca sistemas con árboles exóticos como ocurre en Uruguay, con bosques nativos como ocurre en La Pampa en Argentina, sistemas con pino nativo en el sur de Estados Unidos, hasta sistemas pequeños en superficie con especies exóticas en Brasil (Cubbage et al. 2012).

Se debe considerar que en América Latina y el Caribe unas 22 millones de hectáreas fueron deforestadas entre 1960 y 1995 y de ellas 21 millones fueron utilizadas para ganadería, con el consecuente impacto negativo en la diversidad biológica (Broom et al. 2013). Este impacto negativo está especialmente asociado a los ambientes tropicales donde se modifica el ambiente primario a través de la remoción de los árboles y arbustos para plantar monocultivos de pasturas, que combinado con el uso extendido de herbicidas conspiran a favor de la disminución en la diversidad biológica (Broom et al. 2013).

### 1.2.2. Los sistemas silvopastoriles en climas tropicales

En regiones desforestadas con fines ganaderos o agrícolas se puede considerar a los SSPS como una buena herramienta que permite compatibilizar producción animal, restauración ambiental y captura de CO<sub>2</sub>. Investigaciones en Colombia, Nicaragua y Costa Rica demuestran que los SSPS acumulan más carbono en biomasa aérea y suelos que las pasturas degradadas (Montagnini et al. 2013), por lo que presentan una buena capacidad de mitigación al cambio climático, mejorando la temperatura del aire, evitando temperaturas extremas y reduciendo las emisiones de carbono.

Las características y objetivos de los SSPS según Broom et al. (2013) consisten en utilizar un sistema de estrato triple (pastura, arbustos y árboles) de plantas

comestibles para el ganado, un manejo del suelo que considere la retención de agua y la presencia de lombrices, el fomento de la presencia de depredadores de los animales perjudiciales para la producción, reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, mejora en la satisfacción del personal, reducción del riesgo de lesiones y estrés en los animales y maximización del bienestar animal. Los SSPS deben ser gestionados de manera que tiendan a aumentar la biodiversidad a través del uso de arbustos y árboles nativos así como utilizar el potencial de los árboles para producir madera (Broom et al. 2013).

Broom et al. (2013) proponen a los SSPS tanto en zonas tropicales como templadas, como sistemas productivos que permiten lograr un uso más efectivo de los recursos, mejorando el bienestar animal, aumentando la biodiversidad y siendo económicamente rentables.

En América Latina hay actualmente 85 millones de hectáreas en régimen de SSP (Bussoni et al. 2017). Para Cabbage et al. (2012) entre las razones para el establecimiento de los SSPS se encuentran la reducción en el riesgo de incendios forestales al haber un mejor control del crecimiento del sustrato herbáceo, el aprovechamiento de zonas del terreno con pendientes inclinadas y así reducir la erosión del suelo, la diversificación del ingreso económico o la ampliación del margen de ganancias. Broom et al. (2013), consideran un error grave que en la mayor parte del mundo se haga foco en la pasturas para la alimentación animal dejando de lado arbustos y árboles con hojas y brotes comestibles, que en combinación con las pasturas producen más forraje por unidad de área que la pastura sola.

### 1.2.3. Sistemas silvopastoriles en Uruguay.

Se debe tener en cuenta que la génesis de los SSPS de América Latina no es la misma en regiones tropicales que en climas templados. En regiones tropicales, se parte de un ambiente selvático densamente arbolado este es totalmente talado para luego realizar un cultivo (por lo general monocultivo) de pasturas destinadas a la alimentación del ganado.

En nuestro país se parte de un ambiente primario como el campo natural que ha sido explotado tradicionalmente para la ganadería. Esta industria tiene gran significado económico a nivel país (MGAP-DIEA, 2016). Fenómenos regionales como el aumento en el precio de la tierra, el desarrollo acelerado de la agricultura, y necesidad de aumentar la productividad por hectárea han presentado un desafío a la ganadería tradicional.

La industria forestal ha sido uno de los principales factores que ha llevado a reformular la producción ganadera para pasar de rubro único a multirubro en el caso de muchos productores. Este sector en los últimos 20 años pasó de 186.000 hectáreas forestadas en 1990 a 1.098.000 hectáreas en 2017 (MGAP-DIEA, 2016). Según Bussoni et al. (2017), este cambio en el uso de la tierra ha sido un factor importante para el desarrollo de los SSPS.

La ley forestal N°15.939 (Poder Legislativo, 1988) de 1987 dio un gran impulso al desarrollo de la industria forestal y entre otras propuestas establecía beneficios financieros y exenciones impositivas con el objetivo de promover la forestación en suelos considerados de baja productividad, la mayoría de estos ubicados en zonas ganaderas (Bussoni et al. 2015).

Esta presión ha promovido el desarrollo de SSPS *de-facto* que abarcan desde productores ganaderos con áreas forestadas en aumento en sus tierras, hasta grandes compañías forestales que aceptan animales pastoreando en sus plantaciones (Bussoni et al. 2017). El pastoreo en plantaciones forestales y montes de abrigo son las principales expresiones de los SSPS en el país (Carriquiry et al. 2012), pero con el tiempo se han ido desarrollando en complejidad, producto de las decisiones individuales del productor, las políticas estatales orientadas al fomento de la forestación y la instalación de grandes compañías forestales extranjeras (Bussoni et al. 2017).

El desarrollo de nuevos mercados para la madera ha propulsado notablemente la adopción de SSPS en el Uruguay (Cubbage, 2012), en conjunto con factores como la percepción por parte de los productores de que existe una reducción del estrés por calor debido al acceso a la sombra por parte de los animales, el uso de suelos marginales para pastoreo y la diversificación de los ingresos (Bussoni et al. 2015).

Bussoni et al. (2017) encontraron siete tipos de estrategias para integrar la ganadería y la forestación en Uruguay: 1) ganaderos que se dedican a la terminación del ganado, 2) criadores y productores de ciclo completo que arriendan tierras, 3) ganaderos de ciclo completo con gran superficie forestada, 4) criadores con gran superficie forestada, 5) compañías forestales con ganado, 6) grandes compañías forestales que arriendan áreas para pastoreo, y finalmente 7) sistemas integrados de forestación y ganadería. Esto refleja que por lo general los productores tienden a tener un uso dominante de la tierra destinado a alguna de las dos actividades, con excepción de los productores de la última estrategia.

Cuando productores ganaderos deciden incorporar la forestación a sus establecimientos se enfrentan básicamente a dos escenarios: el primero plantar en zonas que no son de valor (o de bajo valor) para la ganadería. En este caso se plantan altas densidades de árboles y una vez que los mismos alcanzan un tamaño suficiente para que el ganado no los dañe, el productor asigna ganado en estas áreas para utilizar con fines productivos la pastura que crece bajo la forestación. Una vez que los árboles alcanzan cierto tamaño y cobertura de dosel el pasaje de luz hacia el suelo se verá interrumpido por lo que el crecimiento de la pastura no será compatible con la producción ganadera. El segundo escenario implica utilizar potreros de calidad regular o buena para la ganadería y realizar la plantación de los árboles en un marco que permita el pasaje de luz hacia la pastura sin importar la altura de los árboles. Un ejemplo de este tipo de marco es el marco 2 x 3 x 12, que implica plantar dos filas de árboles juntas a 3 metros de distancia entre sí y entre las dos filas siguientes 12 de distancia (MGAP DGF BID, 2008). Es en estos 12 en donde se dará el crecimiento de la pastura debido al pasaje de luz y por lo tanto a diferencia del primer escenario, a lo largo de casi la totalidad del turno forestal será posible realizar actividad ganadera.

## 2. ANTEDECENTES Y CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

Desde el punto de vista del componente animal del sistema, los SSPS han demostrado en otras regiones de América Latina, ser benéficos en aspectos tales como temperaturas a nivel de piel hasta 1,79 °C menores que en sistemas exclusivamente pastoriles además de temperatura rectal y frecuencias respiratorias significativamente menores que en sistemas sin árboles, en situación de riesgo de estrés térmico (Barragán et al. 2015). A nivel conductual se registraron menos comportamientos de miedo, atribuidos a que los animales tienen la posibilidad de esconderse entre los árboles en estos sistemas (Ocampo et al. 2011). Ansiedad y miedo pueden ser reducidos parcialmente cuando los animales tienen la posibilidad de esconderse, llevando a mejores interacciones humano-animal y permitiendo un manejo más fácil de los animales (Mancera & Galindo, 2011). Desde el punto de vista de los patrones de comportamiento grupales los trabajos de Karki & Goodman (2010) y de Souza et al. (2010) evaluaron el uso del tiempo y el espacio en SSPS en el caso de los primeros autores con *Pinus spp.* y los últimos con *Eucalyptus spp.*

Karki & Goodman (2010) encontraron un uso más equitativo de las áreas del potrero en animales en SSPS frente a animales en pastura abierta. También encontraron que el pastoreo fue el comportamiento dominante en estos sistemas mientras que en los de pastura abierta los estados conductuales de animales parados o echados predominaron. De Souza et al. (2010) también encontraron diferencias comportamentales en SSPS frente a potreros sin árboles. Ambos trabajos se discuten en la sección 7.

En los sistemas de producción locales la investigación sobre el comportamiento de los bovinos en SSPS tiene antecedentes en sistemas de producción similares pero no a nivel nacional. Por lo general los trabajos publicados hacen referencia al impacto que tiene acceso al a sombra en algunos estados conductuales como la conducta de pastoreo. Sin embargo son escasos los trabajos que consideren un diseño forestal específico de tipo SSP con una base forrajera basada en las pasturas naturales. Los SSPS en otras regiones de América Latina han demostrado ser beneficiosos para la producción de ganado, proporcionando protección al clima extremo (sombra y abrigo) y un entorno más rico, repercutiendo positivamente en el desempeño productivo así como en el comportamiento y el bienestar animal. Debido a que los SSPS son de reciente introducción en el Uruguay (en comparación con otros países de la región) y a que la mayor parte de la información generada para estos sistemas proviene de países con condiciones climáticas y geográficas diferentes (y que también utilizan predominantemente animales *Bos taurus indicus*) no se cuenta con un cuerpo de información suficiente que permita a los productores tomar decisiones informadas.

La falta de información en especial del comportamiento y el uso del espacio (áreas con y sin sombra) por parte de los bovinos en SSPS conspira contra la ejecución de planes de manejo que integren la forestación y la ganadería.

Por lo que es relevante determinar los puntos de coincidencia y los de discrepancia respecto de los resultados encontrados en los SSPS extranjeros. Generando información que surja de la investigación en climas templados y que utilizando razas europeas en sistemas ganaderos basados en campo natural como es el caso del sistema uruguayo.

### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1 Hipotesis:**

Los bovinos presentan comportamiento grupal y de uso del espacio diferentes entre un SSP y SPA.

#### **3.2. Objetivo general:**

Comparar el comportamiento grupal y uso del espacio en un SSP y en un SPA en dos estaciones del año.

#### **3.3. Objetivos particulares:**

En un SSP y en un SPA y durante el verano e invierno:

- a) Describir y comparar el uso del espacio entre sistemas por parte del ganado.
- b) Comparar la proporción de individuos expresando estados de comportamientos como pastoreo, reposo, caminata y parados.
- c) Cuantificar la frecuencia de presentación de eventos conductuales dirigidos a los árboles presentes en ambos sistemas productivos.

#### **4. ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Debido a la diversidad de posibles sistemas a ser considerados SSP a nivel local, se consideró que el lugar óptimo para llevar a cabo esta investigación era un establecimiento en el cual se hubiera realizado la plantación forestal con el cometido de integrarla al sistema ganadero. Esto, si bien limitó la cantidad de sitios posibles para el trabajo, permitió trabajar y evaluar un SPS concebido desde su génesis para ese propósito, y no uno incidental y/o temporal en el que se permite a los animales pastar dentro de la forestación mientras dentro de la misma se cuenta con disponibilidad de pasturas adecuada.

El tipo de animal con el que se trabajó (poco acostumbrado a la presencia e interacción con el hombre) las superficies de los potreros, su topografía y además de estar trabajando en un predio comercial (donde el criterio imperante es el económico al momento de la toma de decisiones y no el científico, más allá de la amplia colaboración del productor) conspiraron contra la posibilidad de realizar un ensayo experimental en el más estricto sentido. Por lo que, se determinó que un estudio del tipo etológico observacional como la herramienta de investigación más adecuada para alcanzar los objetivos del trabajo.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Sitio de trabajo

#### 5.1.1. Ubicación geográfica y tipo de establecimiento.

Se trabajó en un establecimiento ganadero comercial localizado en  $33^{\circ}55'10.27''S$ ,  $55^{\circ}34'6.34''O$  sobre la ruta nacional 7 en Cerro Colorado, Florida, Uruguay. La ubicación del establecimiento se muestra en la Figura 4. En este establecimiento se realiza ciclo ganadero completo como rubro primario y forestación como rubro secundario. El establecimiento fue seleccionado por contar con potreros forestados de acuerdo al SSP y la disponibilidad del productor de participar en el estudio.

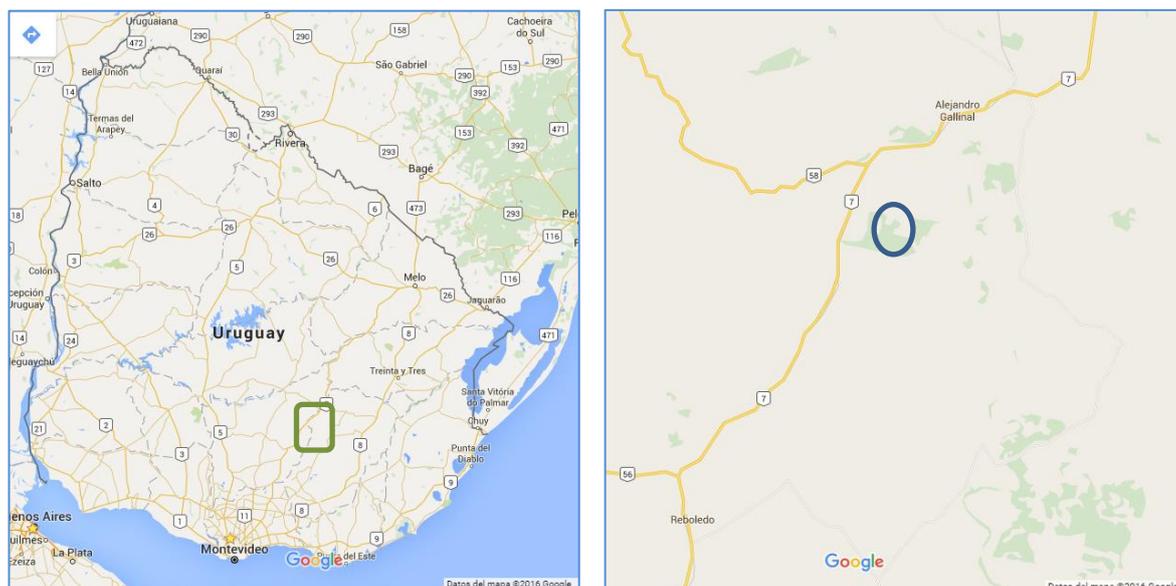


FIGURA 4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTABLECIMIENTO, A NIVEL NACIONAL (IZQUIERDA) Y A NIVEL REGIONAL (DERECHA).

#### 5.1.2. Potreros

Se utilizaron cuatro potreros de aproximadamente 25 ha cada uno. Dos de los cuales no poseían cobertura forestal, excepto monte de abrigo, siendo denominados en conjunto como Sistema Pastura Abierta (SPA) e individualmente Pastura Abierta 1 (PA1) y Pastura Abierta 2 (PA2). Asimismo los dos potreros restantes utilizados fueron potreros con parte de su superficie forestada y denominados en conjunto como Sistema Silvopastoril (SSP) o Silvopastoril 1 (SSP1) y Silvopastoril 2 (SSP2) en su denominación individual. La topografía de la zona tiene laderas suaves a moderadas con una pendiente promedio de 1,1%, con aguadas naturales en todos los potreros.

Cabe destacar que de aquí en más cuando se haga referencia al SSP se estará haciendo alusión a los potreros SSP1 y SSP2 en conjunto y cuando se haga referencia al Sistema Pastura Abierta (SPA) se estará haciendo alusión a los potreros PA1 y PA2 en conjunto. Las referencias a los potreros individuales se harán utilizando sus codificaciones respectivas.

En los potreros seleccionados la superficie de pastoreo, tanto en la pradera abierta como bajo la forestación estaba compuesta por especies nativas, es decir pasturas naturales, sin incorporación de especies vegetales extranjeras al sistema. Tanto el SPA como el SSP presentaron diferencias en sus componentes florísticos, básicamente bajo la plantación forestal en el SSP, lo que conlleva a tener diferencias en composición florística y química, las diferencias se detallan en la sección 5.1.2.1.

#### 5.1.2.1. Sistema Campo Natural y Sistema Silvopastoreo

El sustrato herbáceo en ambos sistemas estuvo exclusivamente compuesto por Campo Natural (CN), un ecosistema pastoril que no ha sido modificado por prácticas mecánicas realizadas por el hombre. El CN está compuesto por un gran número de especies vegetales con alta diversidad identificadas según la ubicación geográfica, adaptadas a ambientes naturales que constituyen el 62% del territorio de Uruguay y que en su mayoría han sido modificadas por el pastoreo de herbívoros (MGAP-DIEA, 2016). En verano e invierno se estudió disponibilidad y calidad de las pasturas. Por medio de muestreo aleatorio simple (MAS) se seleccionaron 25 puntos de muestreo en cada sistema. En cada punto se colocó un recuadro de 25 cm x 25, clasificándose las especies encontradas dentro del mismo, y posteriormente cortando la vegetación para realizar los estudios de disponibilidad de materia seca y proteína cruda. Los manejos mecánico-forestales realizados para la plantación forestal en este caso incidieron en el índice de diversidad de Shannon-Wiener de la, que fue mayor en el SSP (1,69). Una de las especies de interés agronómico que predominó fue el *Paspalum dilatatum* (SSP 16,7%; SPA 28,6%) en ambos sistemas adaptándose muy bien a la zona agroclimática. Otras de las especies de valor encontradas en menor proporción fue el *Axonopus argentinus* la descripción completa de la pastura se puede encontrar en Bueno et al. (2017).

En verano la disponibilidad en el SSP fue de 1030 kg/MS/ha y en SPA fue de 1460 kg/MS/ha, siendo la referencia para CN de zona estudio 1167 kg/MS/ha (Instituto Plan Agropecuario, 2011).

Por otro lado en invierno la disponibilidad fue de 110 kg/MS/ha en SPA y 107 kg/MS/ha en SSP, la referencia para esta estación en CN es 613 kg/MS/ha (Instituto Plan Agropecuario, 2011).

En ambas estaciones se encontraron diferencias en el contenido de Proteína Cruda (PC) a favor del SSP, 13,31 % PC en verano y 16,24% PC en invierno. El contenido del % de PC en SPA fue en verano de 9,58 y en invierno de 12,22.

#### 5.1.2.2. Potreros Campo Natural y Potreros Silvopastoriles

La superficie del SSP fue de 49,5 ha, distribuidas 23,3 ha en SSP1 y 26,2 ha en SSP2. La superficie del Sistema Pastura Abierta fue de 49,1 ha, distribuidas 30,4 ha en PA1 y 18,7 ha en PA2. Se seleccionaron potreros contiguos para intentar minimizar las diferencias en las condiciones ambientales. La figura 5 muestra la vista satelital de los potreros indicando su ubicación y distribución.



FIGURA 5. IMAGEN SATELITAL CON DETALLE DE LOS POTREROS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO EN COLOR VERDE PA1, MARRÓN PA2, AMARILLO SSP1 Y ROJO SSP2. FUENTE: GOOGLE EARTH.

### 5.1.2.3. Forestación del Sistema Silvopastoril

La plantación forestal desde el punto de vista cualitativo está conformada por *Eucaliptus globulus globulus* para producción de pulpa de papel, con árboles plantados en 2010. Presenta un marco de plantación silvopastoril 2x2x7 que implica una distancia entre filas de 2 m entre las dos primeras y de 7 entre la segunda y la tercera. Se repite dicho patrón en toda la plantación las fotografías 1 y 2 permiten contemplar el marco de plantación. Sobre el total de hectáreas afectadas por plantaciones forestales se determinaron por medio de M.A.S. 7 puntos de muestreo para la especie *E. globulus globulus*, uno cada 6,25 ha con una intensidad de muestreo de 0,5%. La metodología aplicada fue un sistema de muestreo con parcelas circulares de 300 m<sup>2</sup> en las que se relevó la cantidad de árboles y la altura de los mismos.

El nivel del dosel fue considerado como bosque compuesto integrado por varios estratos, ya que los mismos no fueron manejados (con raleos) y que por lo tanto aparecen árboles pertenecientes a un estrato dominante, que sobresale del estrato medio y coexisten con otros intermedios, suprimidos y/o muertos o secos.

Desde el punto de vista cuantitativo, en promedio el número de árboles por hectárea fue 922,3, con una altura promedio total de 13,8 m y una desviación estándar de 0,639 m.



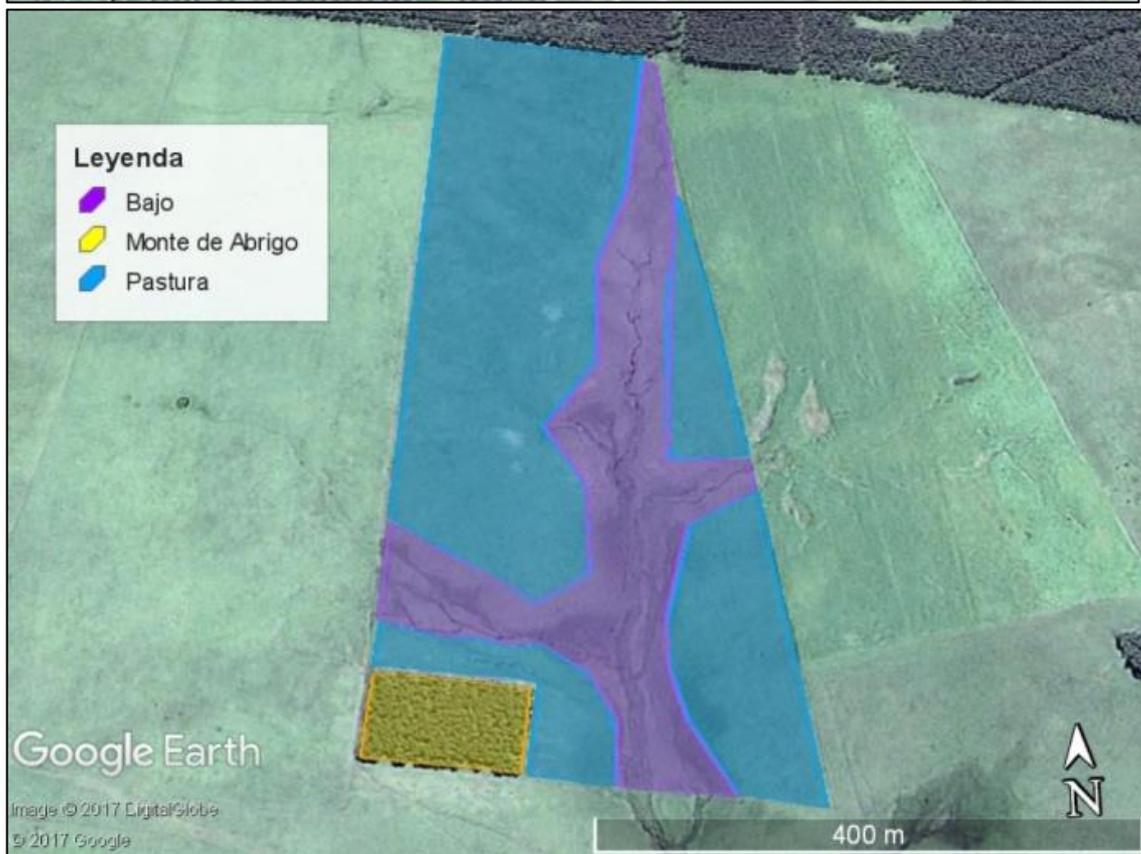
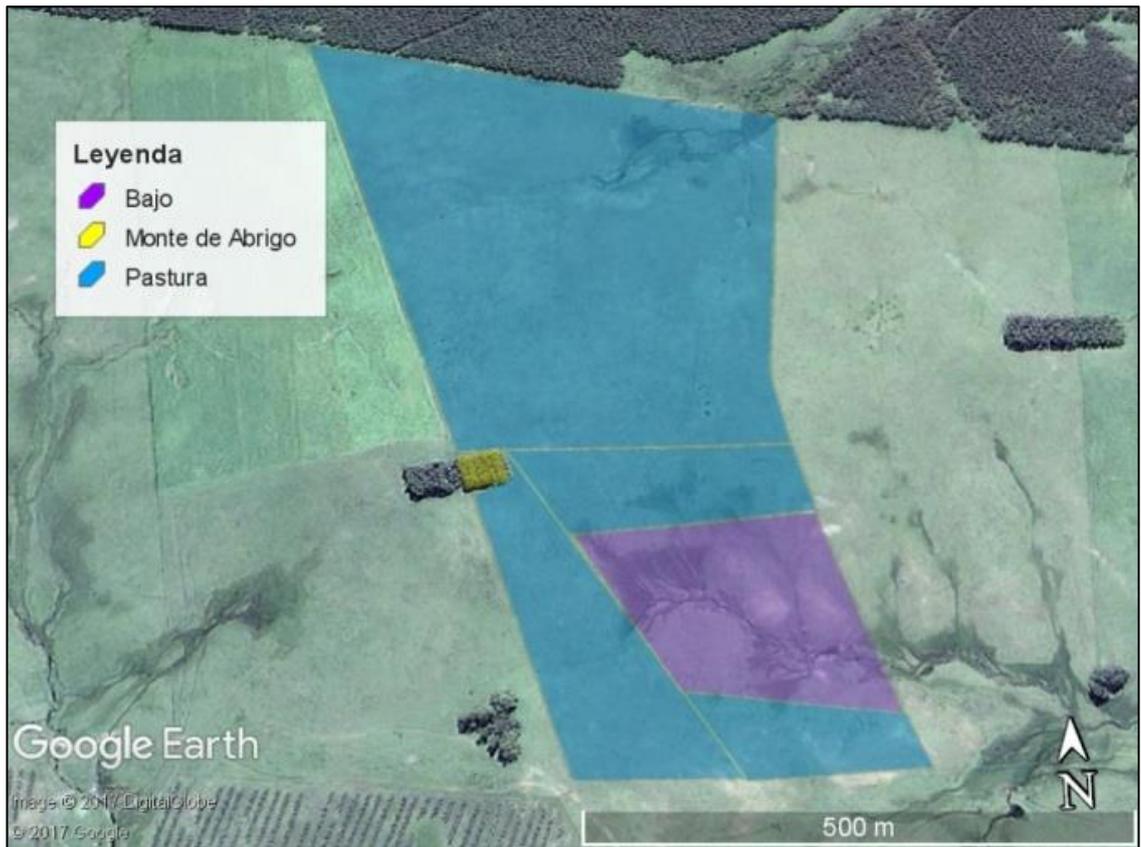
FIGURAS 6 Y 7. DETALLE DEL DISEÑO 2x2x7. EN VISTA A HORIZONTE NORMAL (SUPERIOR) Y VISTA AÉREA DE LA MISMA PLANTACIÓN (INFERIOR)

#### 5.1.2.4. Zonificación de potreros

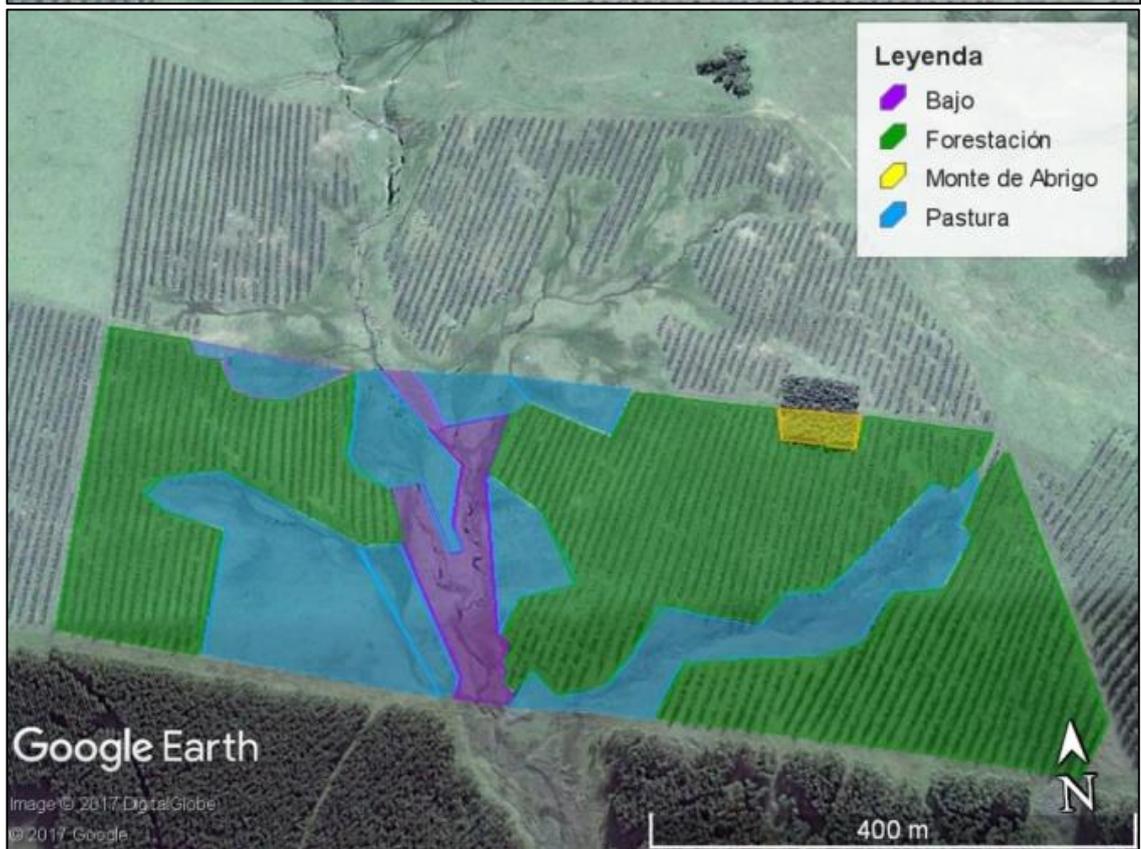
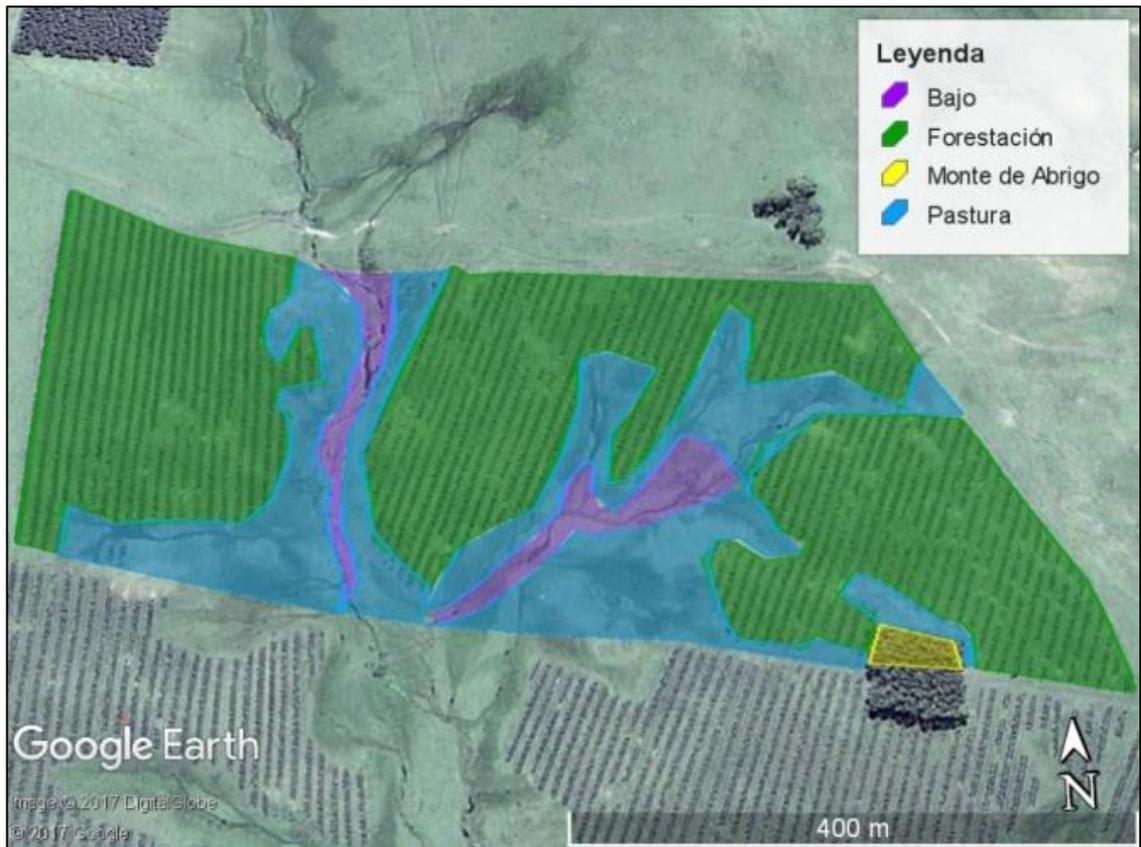
Los potreros se clasificaron en zonas para determinar las preferencias espaciales de los bovinos dentro de los mismos. Las zonas se determinaron por las características ambientales, en las que se apreciaron claras diferencias, y que a su vez permitieran una identificación rápida por parte de los observadores (el rol de los observadores se detalla en la sección 4.2.2.3).

A continuación se detallan las características de las diferentes zonas en que fueron clasificados los potreros. La distribución de las mismas se muestra en las figuras 6, 7, 8 y 9.

- **Pastura:** área compuesta exclusivamente por estrato vegetal herbáceo y sin cobertura arbórea.
- **Forestación:** área bi-estratificada, con un estrato herbáceo a nivel de suelo y sobre el mismo los *Eucalyptus globulus globulus* como estrato arbóreo. Este área fue de ocurrencia exclusiva en el SSP.
- **Bajo:** la zona de mayor depresión en el terreno y en la misma existe vegetación asociada a aguadas naturales (altos niveles de disponibilidad de agua). Es la zona donde se encuentran las aguadas en los potreros.
- **Monte de abrigo:** plantación de árboles, plantados anteriormente a la forestación (de mayor densidad de que la misma), por lo tanto de mayor tamaño y sin fines productivos forestales, sirve de abrigo frente a condiciones climáticas adversas así como actividades de descanso y acceso a la sombra. La superficie en hectáreas de cada monte de abrigo fue: 0,16 en PA1, 0,8 en PA2, 0,15 en SSP1 y 0,23 en SSP2.



FIGURAS 7 Y 8. POTREROS PA1 (SUPERIOR) Y PA2 (INFERIOR). EN COLOR CELESTE EL ÁREA DE PASTURA, EN COLOR VIOLETA LAS ÁREAS DE BAJO Y EN COLOR AMARILLO EL MONTE DE ABRIGO.



FIGURAS 9 Y 10. POTREROS SSP1 (SUPERIOR) Y SSP2 (INFERIOR). EN COLOR VERDE EL ÁREA FORESTADA, CELESTE EL ÁREA DE PASTURA, EN COLOR VIOLETA LAS ÁREAS DE BAJO Y EN COLOR AMARILLO EL MONTE DE ABRIGO.

## 5.2 Estudio etológico

### 5.2.1. Animales y grupos

Para el estudio etológico se trabajó con cuatro grupos de animales compuestos enteramente por *Bos taurus* raza Hereford (grupos de 31 vacas, 31 novillos, 18 vacas y 23 novillos). Se determinó el peso de cada uno de los animales al comienzo del estudio. En el cuadro II. se muestran los promedios de los pesos y desviaciones estándar de cada grupo. Debido a las condiciones de observación (distancia de varias decenas de metros entre observadores y animales) y accidentes geográficos en los potreros, la observación se realizó mediante el uso de binoculares y no siempre la totalidad del grupo pudo ser observado, por lo que se indica la cantidad promedio de animales observados en cada registro. En ambos grupos de vacas las mismas estuvieron preñadas en los registros de invierno y secas, sin ternero al pie para los registros de verano (registros de verano e invierno se explican en la sección 5.2.2).

CUADRO II. DATOS DE LOS CUATRO GRUPOS ASIGNADOS PARA EL ESTUDIO SE INDICAN LA CATEGORÍA, PESO, UBICACIÓN Y CANTIDAD.

Categoría	Peso (kg) $\bar{x} \pm DE$	Potrero	n <sup>A</sup>
Vacas	365 ± 41	Pastura Abierta 1	31(23,9)
Novillos	313 ± 29	Pastura Abierta 2	31(21,5)
Vacas	380 ± 44	Silvopastoreo 1	18(12,2)
Novillos	315 ± 27	Silvopastoreo 2	23(17,9)

<sup>A</sup> ENTRE PARÉNTESIS SE INDICA EL NÚMERO PROMEDIO DE ANIMALES OBSERVADOS.

### 5.2.2. Registros etológicos

Los registros se realizaron en dos etapas. Una durante el invierno 2016 (20/08 al 22/08), y otra durante el verano 2017 (03/02 y 04/02). Los días de observación fueron divididos en 3 etapas, la primera de 8:00 a 10:00 hs, la segunda de 12:00 a 14:00 s y la tercera de 16:00 a 18:00

El tipo de registro elegido se determinó a partir de las técnicas recopiladas por Martín y Bateson (1993). Se utilizó un registro de barrido con un registro del tipo instantáneo con puntos de registro cada 15 min. En cada punto muestral se registró el estado de conducta manifestado por cada individuo que luego se ponderó sobre el total de individuos observados, de esta manera se obtuvo la proporción de animales en cada estado conductual.

Estados conductuales registrados por medio de un muestreo de barrido de tipo instantáneo:

Los estados conductuales evaluados se eligieron en función de que representaban del 90% al 95% de los estados conductuales que los bovinos desarrollan durante el día (Kilgour et al. 2012) y fueron los siguientes:

**Pastando:** el animal se encontró con la cabeza hacia abajo, arrancando pasto con la boca.

**Echado:** el animal se encontró con la mayor parte de su cuerpo en contacto con el piso, pudiendo estar con la cabeza en alto o apoyada sobre un lateral de su cuerpo, este estado de comportamiento pudo incluir el comportamiento de rumia.

**Caminando:** el animal se encontró desplazándose, este comportamiento se deberá observar por un periodo levemente mayor de tiempo para distinguir que la caminata no sea parte de una cuota de alimentación.

**Parado:** el animal se encontró apoyado en sus cuatro extremidades en el piso sin actividad aparente, este estado de comportamiento pudo incluir el comportamiento de rumia.

**Otros:** Categoría abierta en la que los observadores registraban los estados conductuales que no se encontraban en las categorías anteriores y pudieran ser registrados durante los puntos de registro.

#### Eventos conductuales registrados por medio de un muestreo de conducta de tipo continuo:

En los intervalos de registro (ver figura 11) se realizó un registro de conducta con un registro de tipo continuo en el que se consideraron los siguientes eventos conductuales:

***Autogrooming:*** Conducta de autoacicalamiento de los animales

***Grooming:*** Conducta de acicalamiento de un animal a otro

***Rascado utilizando un árbol:*** Conducta de rascado utilizando elementos del ambiente (para este estudio en particular fueron considerados únicamente los árboles).

#### *5.2.2.2. Determinación del uso del espacio en los potreros*

En cada punto de registro se determinó en que zona del potrero se ubicaban los animales de acuerdo a las zonas presentadas en la sección 5.1.2.4. La determinación de esta zona se llevó a cabo considerando como lugar de ubicación del grupo al lugar donde se ubicaron más del 50% de los animales de cada grupo observado.

#### *5.2.2.3. Observadores*

Se realizaron 8 días de observaciones piloto para entrenamiento de los observadores en los que se determinaron los comportamientos plausibles de ser registrados en las condiciones de observación y se determinaron las diferentes zonas en los potreros. El tipo de animales con los que se trabajó requirió que las observaciones se realizaran a gran distancia para evitar ser detectados por los mismos.

Fue necesario un entrenamiento particular para el registro en las condiciones en SSP, ya que la presencia de los árboles interrumpió la visión y demandó mayor cercanía y movilidad de los observadores respecto a los animales, lo que requirió de mayor cautela y pericia para evitar ser detectado, por lo que variables como la posición del sol y la dirección del viento debieron ser considerados por parte de los observadores en SSP.

Se trabajó con cuatro observadores, cada uno asignado a un potrero, y rotando los observadores por día. Los entrenamientos de los mismos se realizaron en dos etapas, en primera instancia con fotografías y posteriormente en campo. Se realizó la prueba de Kappa de Cohen (1960) para determinar la concordancia entre observadores, cuyo resultado fue 0.71 ( $p < 0.001$ ) indicando un grado de concordancia bueno entre observadores.

A continuación se presenta la figura 11 que esquematiza una de las tres sesiones diarias de observación, en este caso la matinal de a las 8:00 a las 10:00.

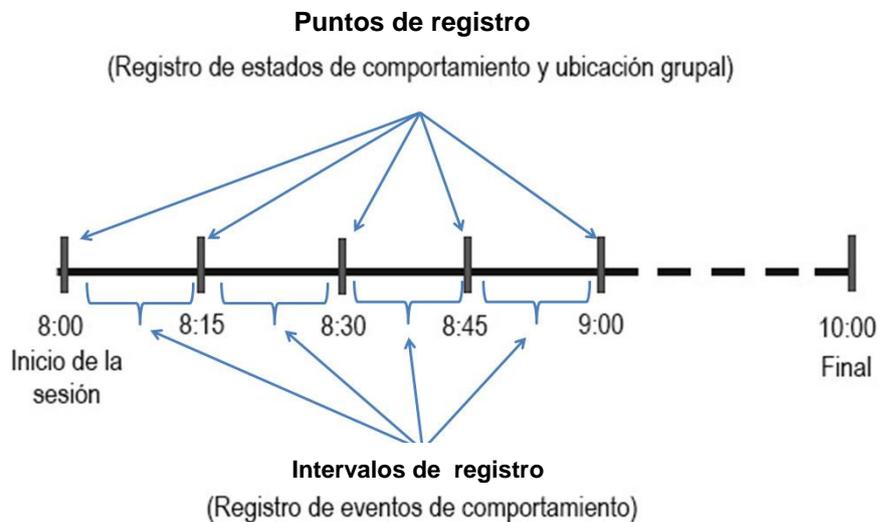


FIGURA 11. ESQUEMA DE UNA SESIÓN MATINAL DE OBSERVACIÓN. ADAPTADO POR EL AUTOR A PARTIR DE MARTIN Y BATESON (1993).

### 5.3 Caracterización del microclima

En SSP1 y en PA1 se colocaron dos sensores de temperatura y humedad I-button “Hygrochron” DS1923 que fueron programados para registrar la temperatura y humedad relativa en el aire cada 6 h comenzando a las 0:00. Los sensores fueron colocados a una altura de 2,0 m en cajas de madera tratadas y pintadas de blanco, con la cara abierta de la caja apuntando hacia el sur. También se consideró la topografía del terreno para que las condiciones fueran similares entre los sensores. El sensor en PA1, fue colocado en una columna del tendido eléctrico existente en el campo. El sensor del SSP1 se colocó en un árbol de la plantación forestal. Las figuras 12 a 15 muestran los sensores y su instalación.



FIGURAS 12 Y 13. SENSOR I-BUTTON (IZQ) Y DESCARGA DE LOS DATOS CON LA INTERFAZ.



FIGURAS 14 Y 15. CAJAS CONTENIENDO LOS SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE. SSP (IZQUIERDA) Y PA (DERECHA)

Se calculó el ITH para cada punto muestral utilizando la formula  $ITH = 0,81 T + HR (T - 14,4) + 46,4$  desarrollado por Thorn (1959).

En los cuadros IV al VII se presentan los datos de los sensores de temperatura y humedad relativa del aire, para los días en que se realizaron los registros. Para cada uno de los días de registro se presentan las medidas de resumen de temperatura y humedad relativa del aire.

CUADRO IV. DATOS DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DURANTE LOS REGISTROS DE INVIERNO.

Día	Hora	Silvopastoreo			Pastura Abierta		
		Humedad (%)	Temperatura (°C)	ITH	Temperatura (°C)	Humedad (%)	ITH
1	0:00:00	11,0	77,7	52	10,6	76,4	52,1
1	6:00:00	7,5	85,8	45,1	5,6	83,2	43,6
1	12:00:00	13,0	71,7	57,5	13,6	70,2	56,8
1	18:00:00	8,5	78,6	49,6	8,6	79,9	48,7
2	0:00:00	4,0	90,2	40,5	3,6	93,2	39,3
2	6:00:00	1,5	89,5	35,5	-0,4	93,5	32,3
2	12:00:00	9,0	69,8	50	9,6	66,8	50,9
2	18:00:00	9,5	59,7	52,7	9,1	62,2	50,4
3	0:00:00	6,0	78,2	44,1	5,1	83,7	42,8
3	6:00:00	5,5	78,2	43,3	4,6	82,1	42,1
3	12:00:00	14,1	57,9	57,6	14,6	56,5	58,3
3	18:00:00	15,1	56,8	59,6	15,1	58,3	59

CUADRO V. MEDIDAS DE RESUMEN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DURANTE REGISTROS DE INVIERNO.

	Silvopastoreo			Pastura Abierta		
	Temperatura (°C)	Humedad (%)	ITH	Temperatura(°C)	Humedad (%)	ITH
Media	8,7	74,4	48,9	8,5	75,3	48,4
Desvío estándar	4,1	11,0	7,0	4,5	12,2	7,7

CUADRO VI. DATOS DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DURANTE LOS REGISTROS DE VERANO.

Día	Hora	Silvopastoreo			Pastura Abierta		
		Humedad (%)	Temperatura (°C)	ITH	Humedad(%)	Temperatura(°C)	ITH
1	0:00:00	99,1	21,1	70,1	99,1	20,1	68,3
1	6:00:00	100,0	20,1	68,3	100,0	19,1	66,5
1	12:00:00	68,2	30,1	81,4	67,3	26,1	75,4
1	18:00:00	58,8	30,6	80,7	54,4	29,1	77,9
2	0:00:00	96,1	20,6	69,0	92,1	20,1	67,9
2	6:00:00	100,0	19,6	67,4	97,6	19,6	67,3
2	12:00:00	48,4	35,6	85,4	57,5	29,6	79,1
2	18:00:00	88,4	28,1	81,2	54,5	30,1	79,3

CUADRO VII. MEDIDAS DE RESUMEN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DURANTE REGISTROS DE VERANO.

	Silvopastoreo			Pastura Abierta		
	Temperatura (°C)	Humedad (%)	ITH	Temperatura (°C)	Humedad (%)	ITH
Media	25,7	82,4	75,4	24,2	77,8	72,7
Desvío estándar	6,1	20,8	7,4	5,0	21,2	5,7

#### 5.4 Análisis estadísticos

Los datos fueron cargados en planillas electrónicas en Microsoft Excel 2010. Luego importados al formato .dta para ser analizados descriptiva e inferencialmente en *Stata 2015 (StataCorp LP.)*

Se optó entre tablas o gráficos según el tipo de información que se estuviera exponiendo, los gráficos utilizados fueron de barras para las variables categóricas. Con la excepción de los gráficos de proporción de individuos expresando patrones de comportamiento, en los que se prefirió utilizar un polígono de frecuencias ya que es la forma más común de comunicación en la literatura y también permite reflejar la continuidad temporal. Para confeccionar estos últimos se calculó la media de los días de observación de las proporciones de estados de comportamiento en cada punto de registro.

Para el análisis inferencial siempre se contrastaron los sistemas y los potreros agrupándolos según la estación y se utilizaron las siguientes estrategias:

Para comparar las proporciones de individuos pastoreando se ponderó la cantidad de individuos involucrados en la actividad sobre la cantidad total de animales observados en cada punto de registro. Se utilizó un Modelo General Lineal de la familia binomial, considerando la proporción de animales pastoreando como la variable dependiente y al sistema, potrero, día de registro y momento del día (mañana, mediodía o tarde) del registro como variables factor.

La permanencia de los animales en las diferentes zonas del potrero se evaluó por medio de un *test* de *Chi* cuadrado. Debido a que las zonas entre sistemas difieren, ya que en sistema PA no existe la zona Forestación, se realizó la comparación agrupando en dos categorías, Pastura y No Pastura para comparar las diferencias existentes entre sistemas y/o potreros.

Para todas las pruebas se trabajó con un  $\alpha=0.05$ .

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Determinación del uso del espacio en invierno según sistema de producción

Durante los registros de invierno los animales utilizaron los ambientes existentes de acuerdo a la distribución presentada en la figura 16, considerando los sistemas como categoría de comparación. Los animales fueron observados mayoritariamente en el área de pastura en el caso de los animales en SPA, sin embargo los animales en SSP fueron observados en pastura, tanto como en el área forestada del potrero, la diferencias fueron significativas ( $p=0.001$ ).

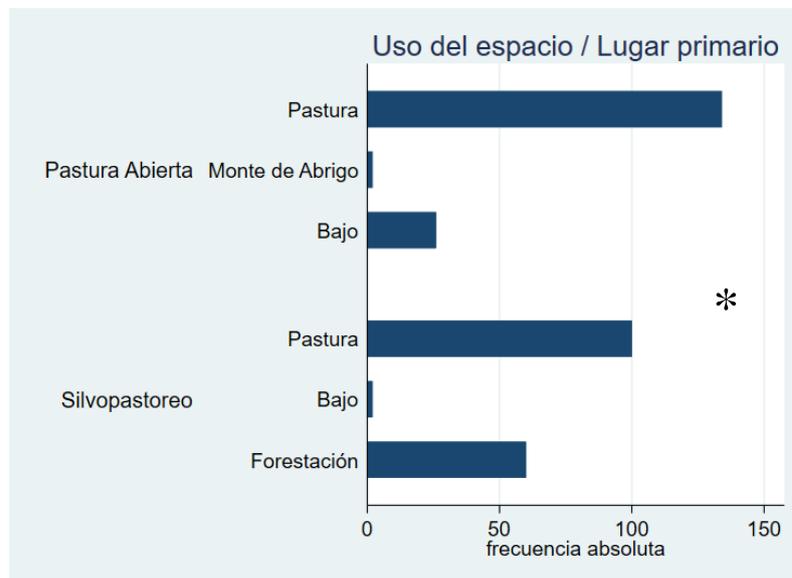


FIGURA 16. LUGAR DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA EN INVIERNO.

Las figuras 17 a 19 muestran la ubicación de los grupos según sistema y según el momento del día (mañana, mediodía y tarde).

En la figura 17 se observa que durante la mañana los animales en ambos sistemas realizaron un uso similar de las zonas, predominando el uso de la pastura.

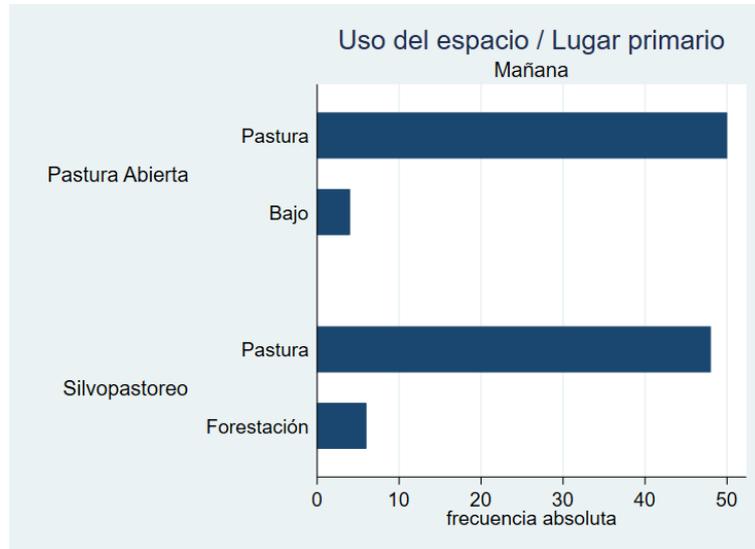


FIGURA 17. LUGAR DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA Y PARA EL HORARIO DE LA MAÑANA EN INVIERNO.

En la figura 18 se observa que durante el mediodía los animales en el SPA utilizaron mayoritariamente la pastura, sin embargo los animales en SSP utilizaron tanto la pastura como la forestación. Las diferencias en el uso de la pastura fueron significativas para este momento del día ( $p=0,046$ ).

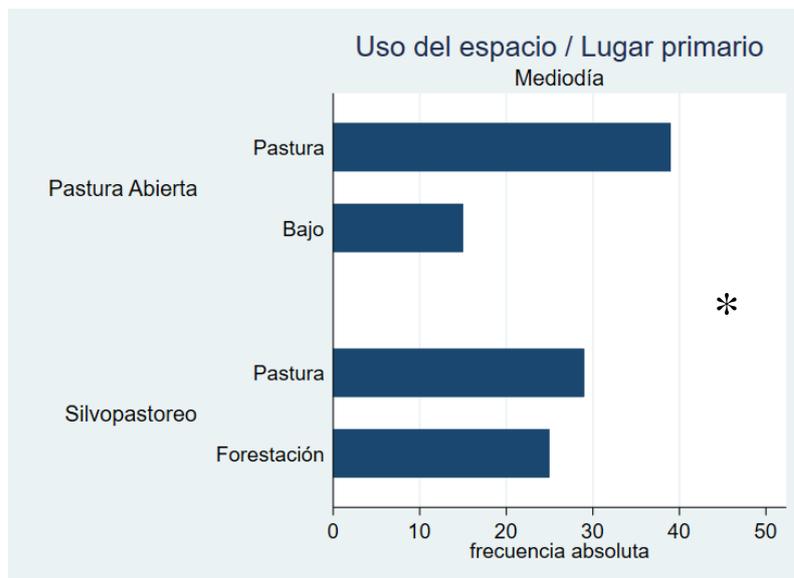


FIGURA 18. LUGAR DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA Y PARA EL HORARIO DEL MEDIODÍA EN INVIERNO.

En la figura 19 se observa que los animales de SPA utilizaron mayoritariamente la pastura en los registros de la tarde, mientras que los animales en SSP utilizaron alternadamente pastura y forestación con una frecuencia un poco mayor de esta última zona. Las diferencias fueron significativas ( $p=0.001$ ). También se observa que ambos grupos utilizan la zona de bajo en este momento del día.

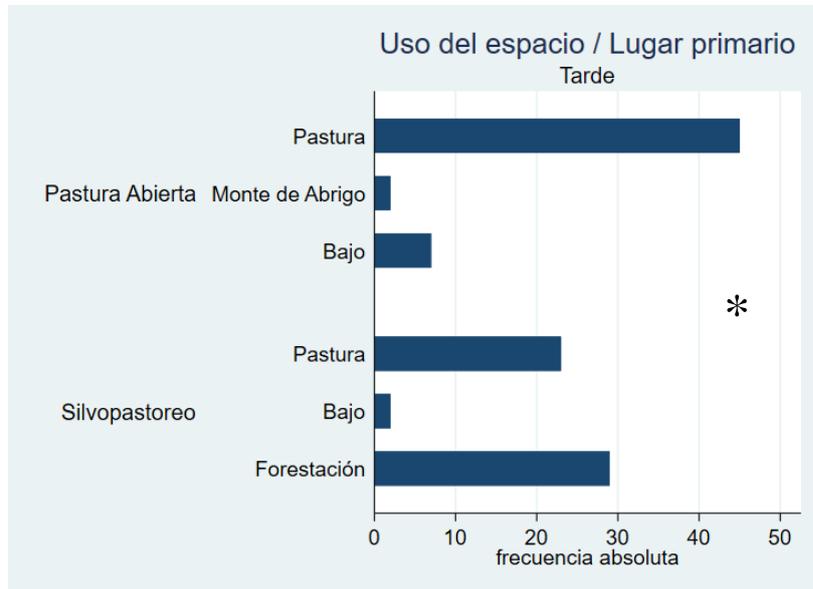


FIGURA 19. LUGAR DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA Y PARA EL HORARIO DE LA TARDE EN INVIERNO.

## **6.2 Proporción de individuos expresando estados de comportamiento y uso del espacio según potrero en invierno.**

El modelo general lineal aplicado determinó que el momento del día fue la única variable con efecto sobre la proporción de animales pastoreando en el grupo ( $p < 0,001$ ). La proporción de animales pastando fue similar en todos los potreros, registrándose dos picos de actividad pastoril (mañana y tarde), con un pico de la actividad de descanso al mediodía. Los animales de SPA estuvieron mayoritariamente en la pastura, mientras que los de SSP prefirieron este ambiente en la mañana, pero luego en el día hicieron uso de la Pastura y la Forestación.

En las páginas siguientes se presentan los gráficos de las medias de las proporciones de animales manifestando los diferentes estados de comportamiento en cada grupo (figuras 20,22,24,26) para los registros de invierno junto a cada gráfico de comportamiento, se presenta el lugar de permanencia del grupo según el momento del día (figuras 21,23,25,27).

## 6.2.1 Resultados de Invierno en potreros de Pastura Abierta

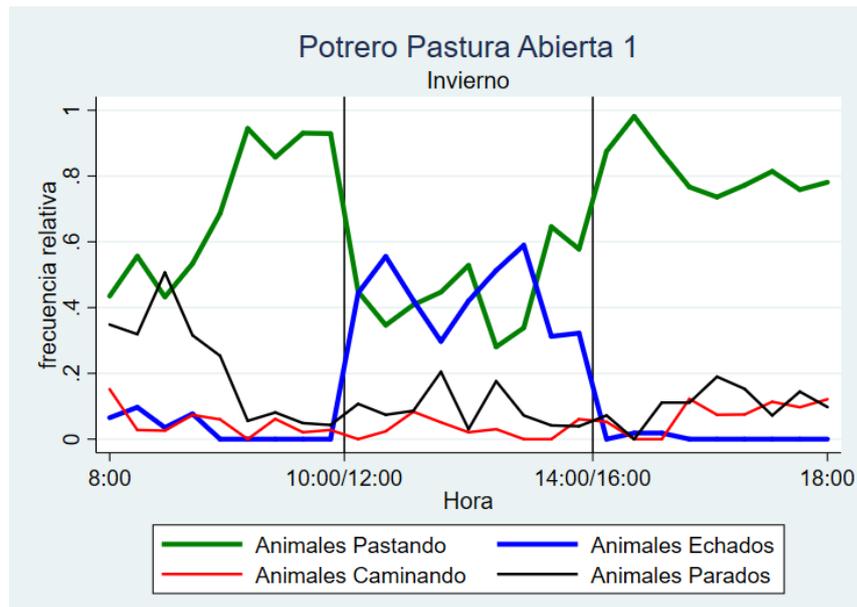


FIGURA 20. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO PASTURA ABIERTA 1. PROMEDIO DE LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

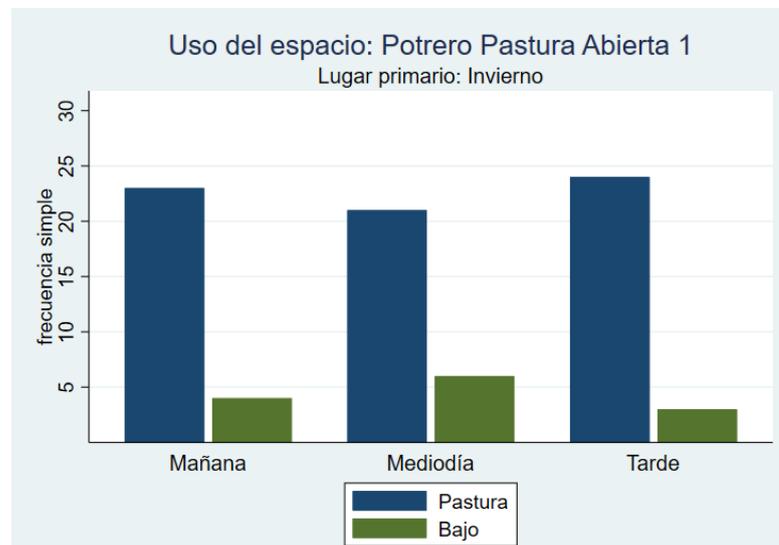


FIGURA 21. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO PASTURA ABIERTA 1. CONSIDERANDO LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES.

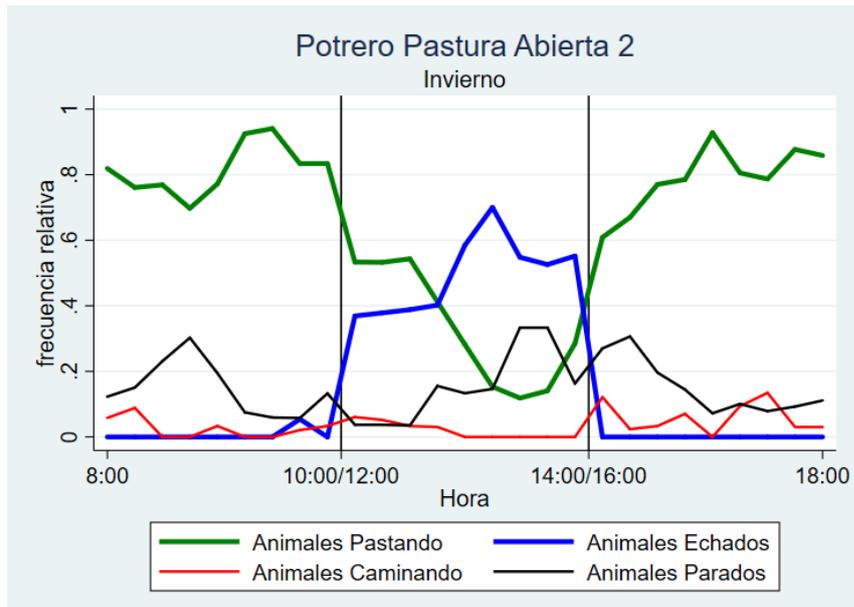


FIGURA 22. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO PASTURA ABIERTA 2. PROMEDIO DE LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

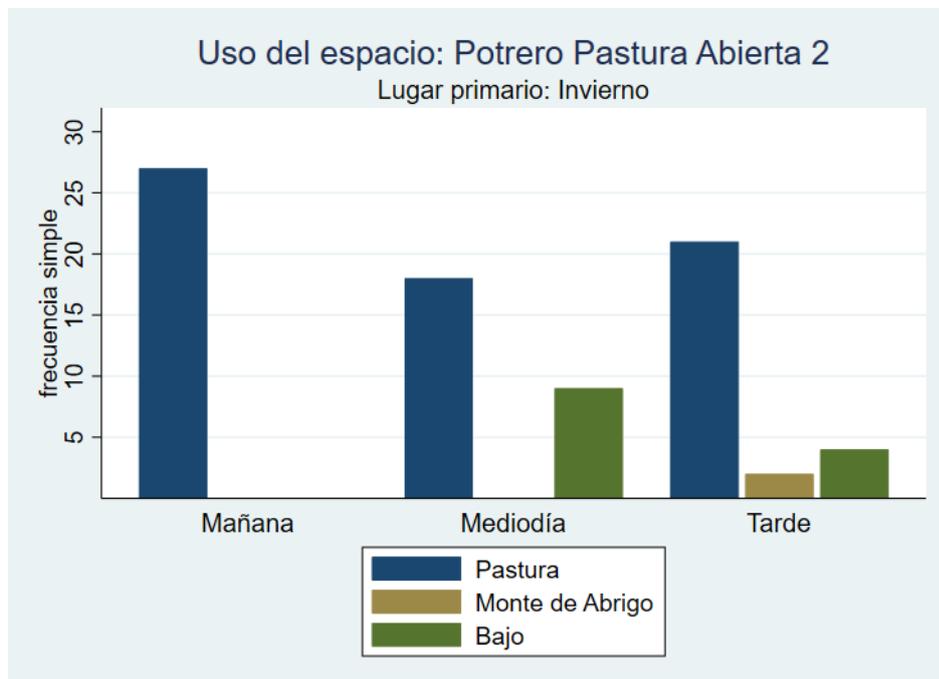


FIGURA 23. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO PASTURA ABIERTA 2. CONSIDERANDO LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES.

## 6.2.2 Resultados de Invierno en potreros de Silvopastoreo.

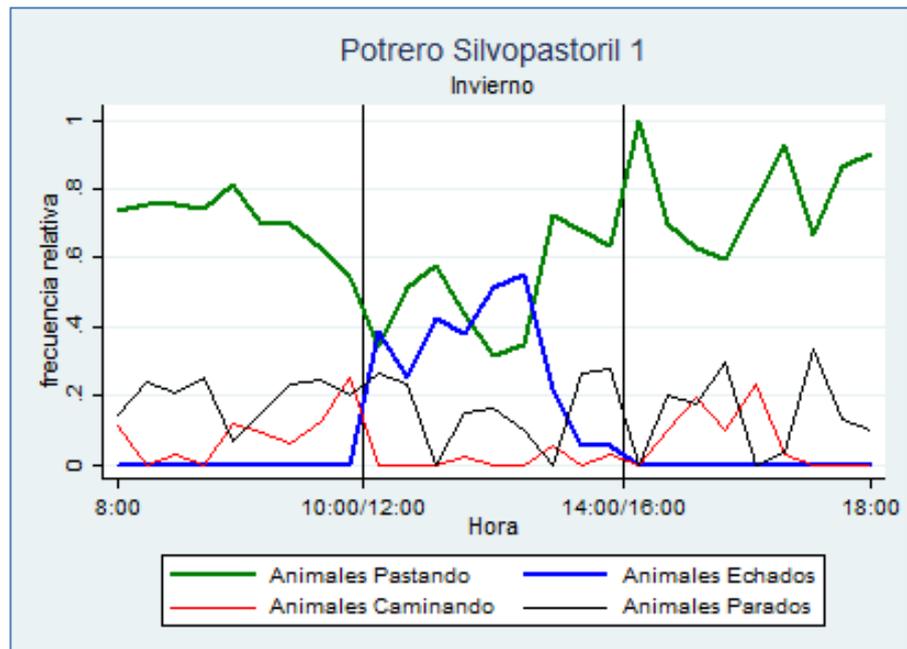


FIGURA 24. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO SILVOPASTORIL 1. PROMEDIO DE LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

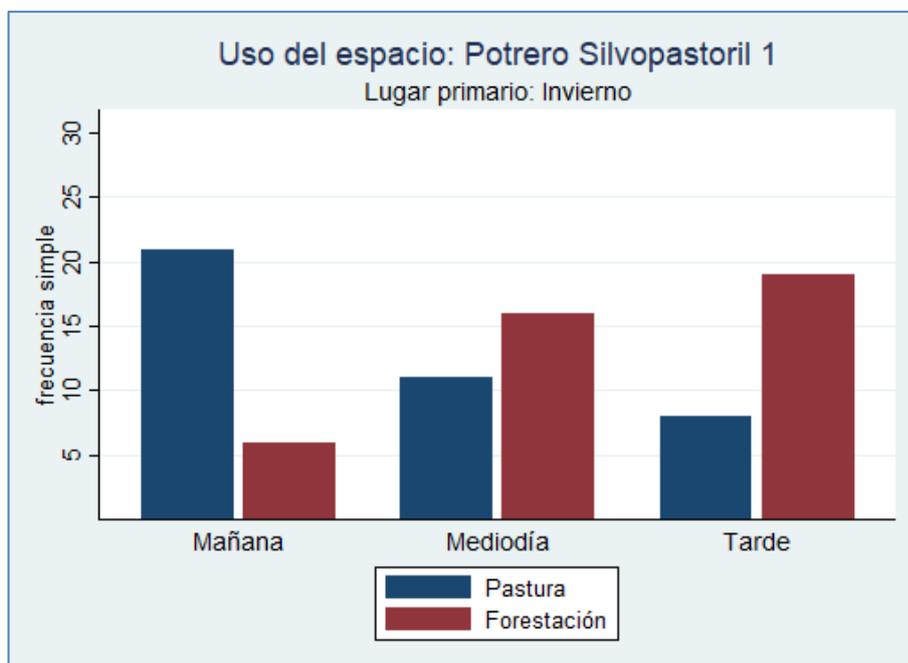


FIGURA 25. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO SISTEMA SILVOPASTORIL 1 CONSIDERANDO LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES.

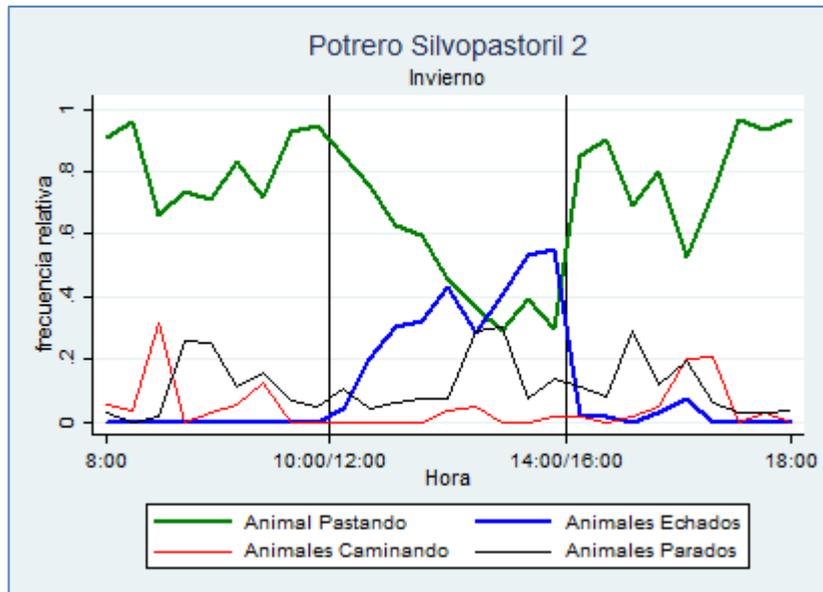


FIGURA 26. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO SILVOPASTORIL 2. PROMEDIO DE LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

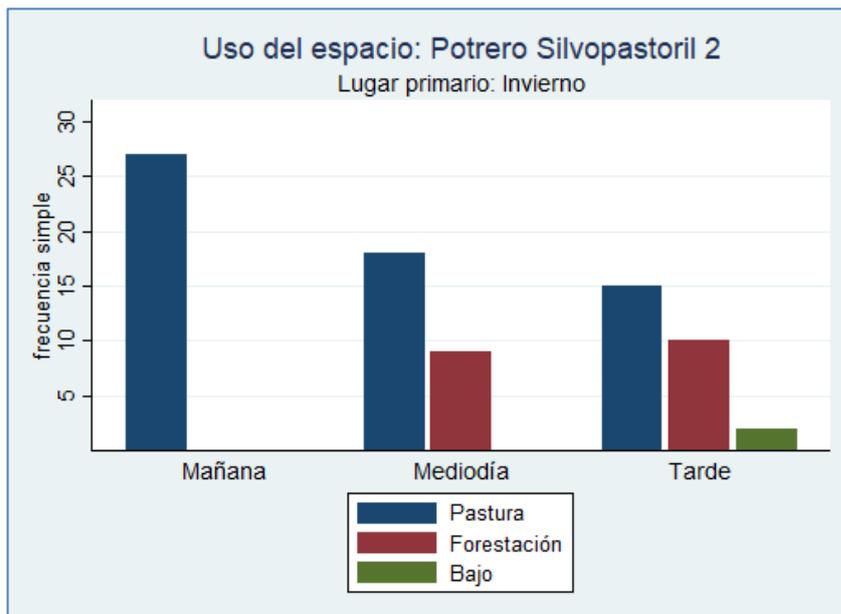


FIGURA 27. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO SISTEMA SILVOPASTORIL 2 .CONSIDERANDO LOS TRES DÍAS DE OBSERVACIONES INVERNALES.

### 6.3 Determinación del uso del espacio en verano según sistema de producción.

Durante los registros de verano los animales utilizaron los ambientes existentes de acuerdo a la distribución presentada en la figura 28. Los animales fueron observados utilizando un uso balanceado entre las áreas de pastura y las áreas de forestadas tanto en SSP como en SPA.

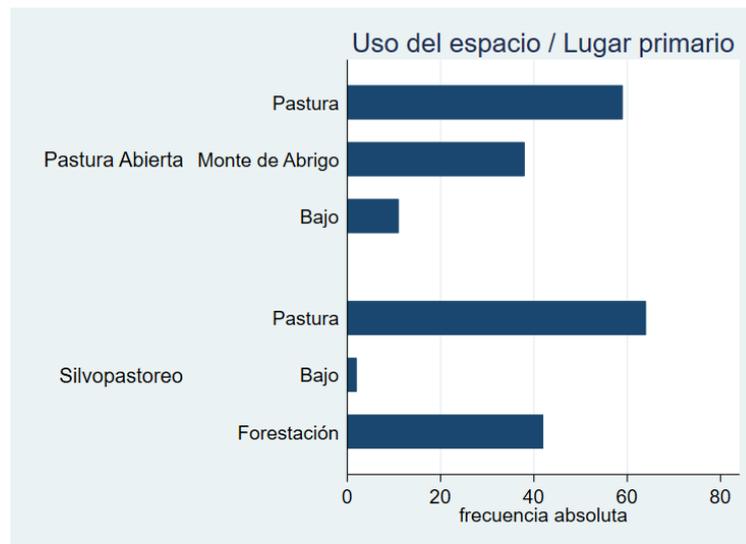


FIGURA 28. EL LUGAR PRIMARIO DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA EN VERANO.

Las figuras 29 a 31 muestran la ubicación de los grupos según sistema y según el momento del día (mañana, mediodía y tarde).

La figura 29 muestra el uso de la pastura y monte de abrigo para los animales de SPA en la mañana mientras los animales en SSP utilizaron las áreas de pastura y forestadas del potrero.

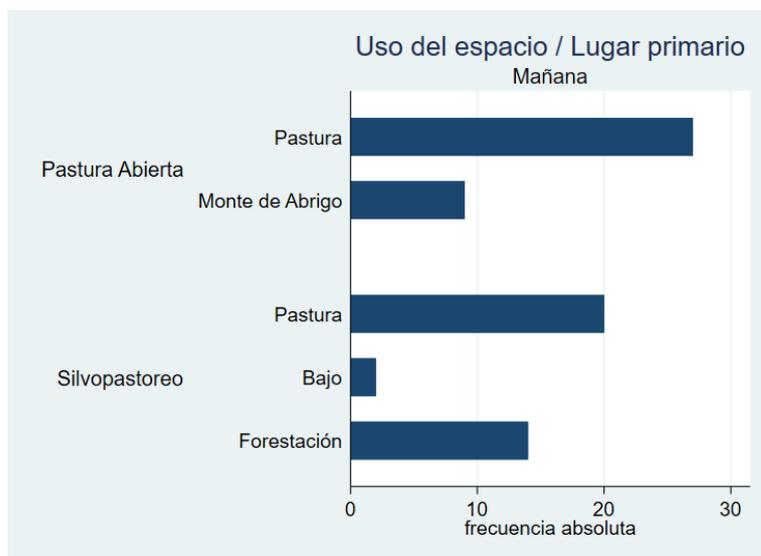


FIGURA 29. EL LUGAR PRIMARIO DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA EN VERANO DURANTE LA MAÑANA.

La figura 30 muestra que la mayoría de los animales en SPA fueron observados en el monte abrigo mientras que la pastura y la forestación mantienen un uso equitativo para los animales en SSP. Las diferencias en el uso de la pastura en este momento del día fueron significativas ( $p=0,007$ ).

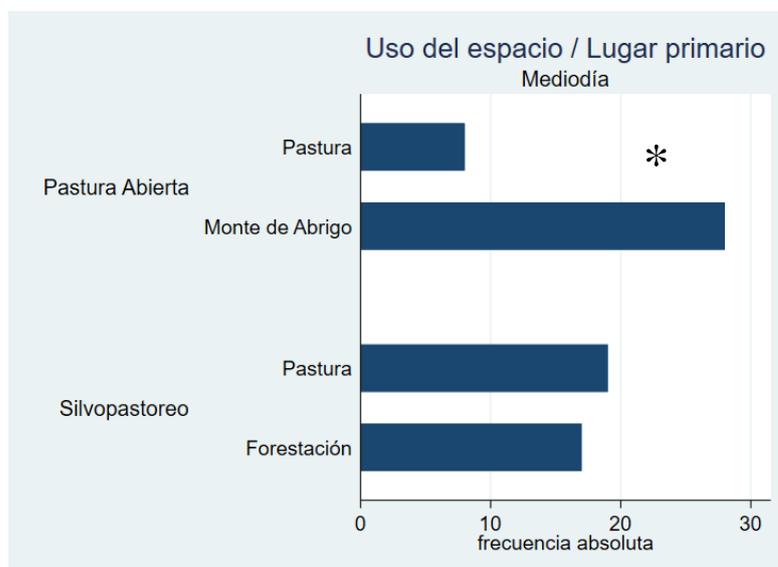


FIGURA 30. EL LUGAR PRIMARIO DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA EN VERANO DURANTE EL MEDIODÍA.

En la figura 31 se observa que en la tarde en ambos sistemas los animales utilizan la pastura predominantemente. Los animales en SPA utilizan también la zona de bajo, mientras los animales de SSP utilizan la forestación.

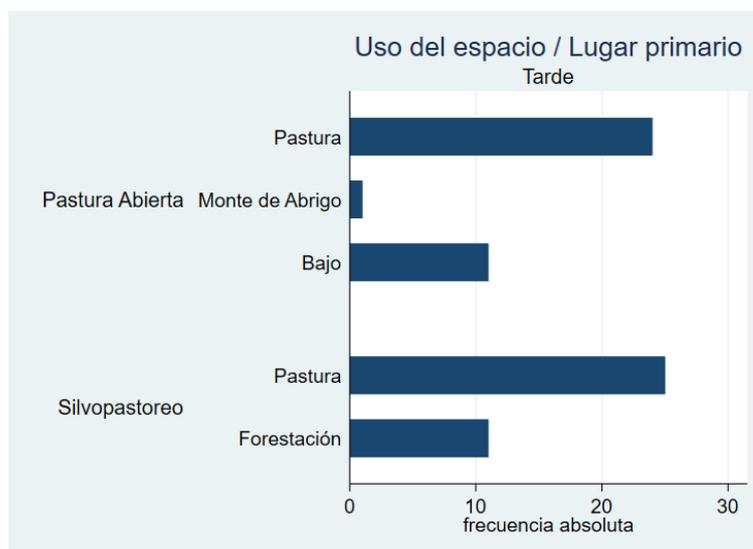


FIGURA 31. EL LUGAR PRIMARIO DE PERMANENCIA DE LOS ANIMALES, SEGÚN SISTEMA EN VERANO DURANTE LA TARDE.

#### **6.4. Proporción de individuos expresando estados de comportamiento y uso del espacio según potrero en verano**

El modelo general lineal aplicado determinó que el momento del día ( $p < 0,001$ ), el sistema ( $p = 0,001$ ) y el potrero ( $p = 0,001$ ) fueron las variables con efecto sobre la proporción de animales pastoreando. La proporción de animales pastando fue similar en los potreros de SPA, registrándose dos picos de actividad pastoril (mañana y tarde), con un pico de la actividad de descanso al mediodía. Para los grupos de SSP la actividad de pastoreo es sostenida durante los registros, con proporciones mayores de animales pastoreando en el grupo SP2. Los animales de SPA estuvieron mayoritariamente en la pastura con excepción del mediodía, periodo en el que la mayor parte de los registros ocurren en la zona de monte de abrigo, en especial en el grupo en PA2. Los animales de SSP realizaron un uso alternado de las zonas de pastura y forestación.

En las páginas siguientes se presentan los gráficos de las medias de las proporciones de animales manifestando los diferentes estados de comportamiento en cada grupo (figuras 32,34,36,38) para los registros de verano junto a cada gráfico de comportamiento, se presenta el lugar de permanencia del grupo según el momento del día (figuras 33,35,37,39).

### 6.4.1 Verano en potreros de Pastura Abierta.

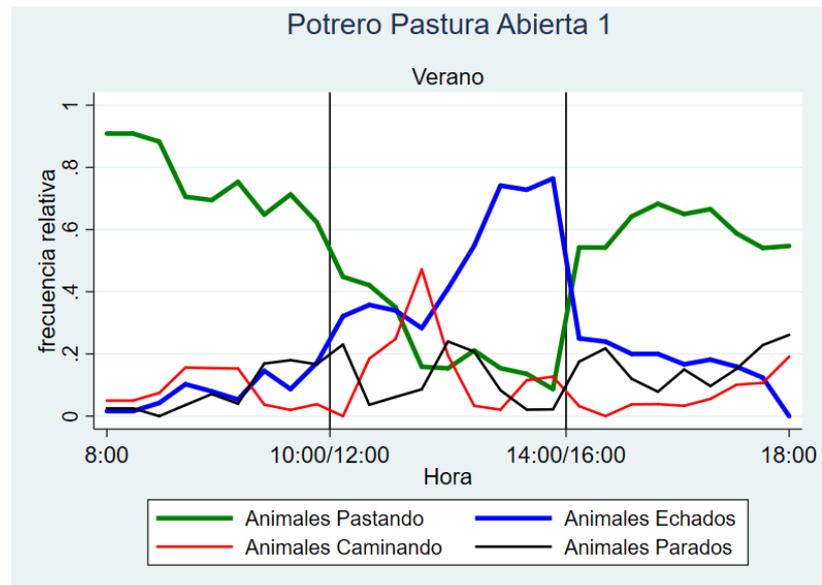


FIGURA 32. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO PASTURA ABIERTA 1. PROMEDIO DE LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

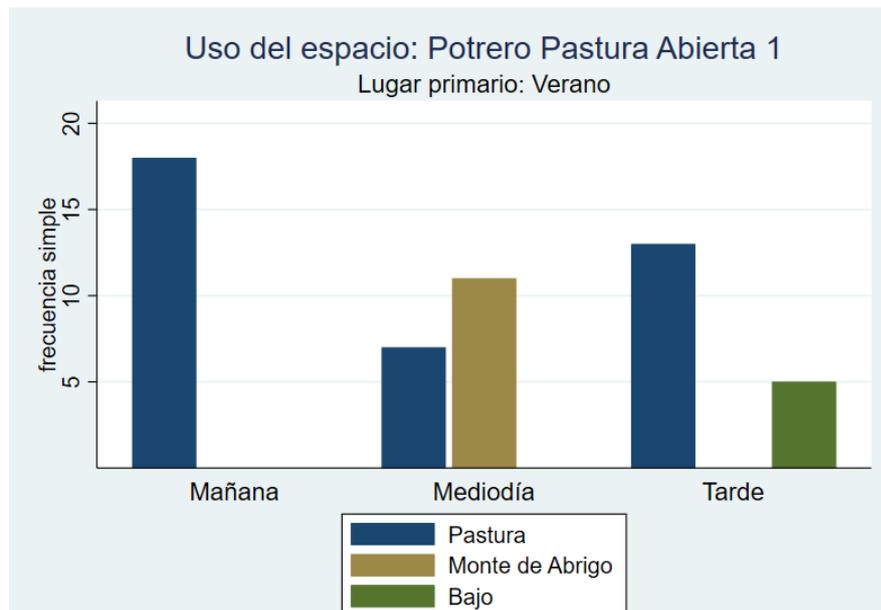


FIGURA 33. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO PASTURA ABIERTA 1 CONSIDERANDO LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES.

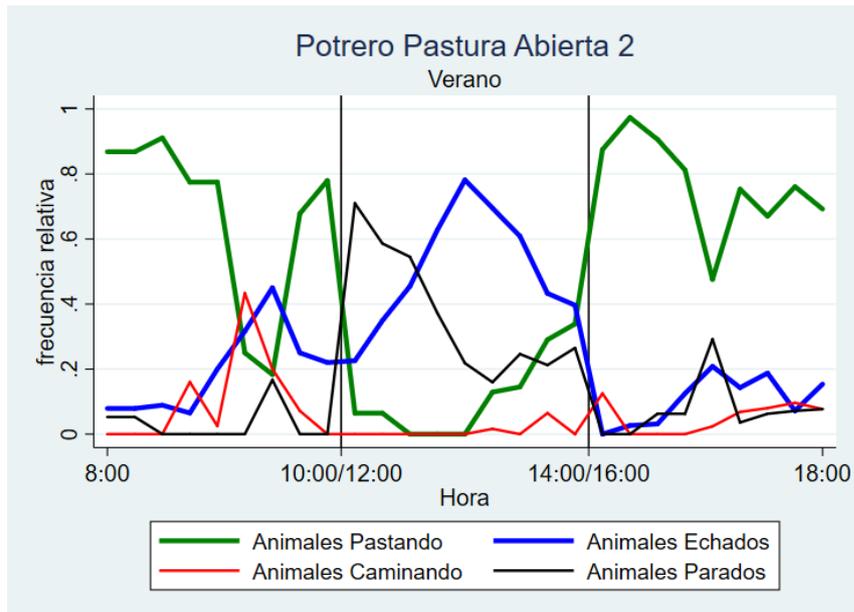


FIGURA 34. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO PASTURA ABIERTA 2. PROMEDIO DE LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

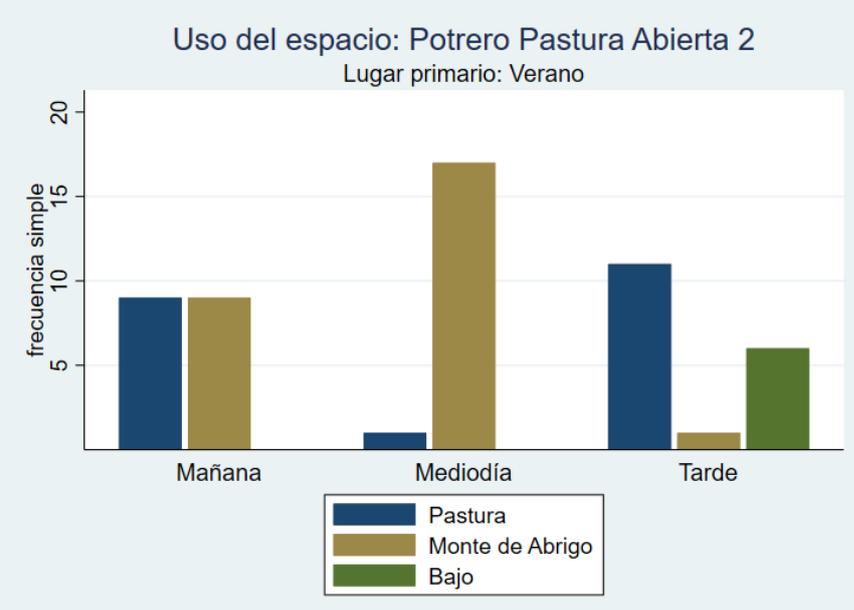


FIGURA 35. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO PASTURA ABIERTA 2. CONSIDERANDO LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES.

### 6.4.2 Verano en potreros de Silvopastoreo

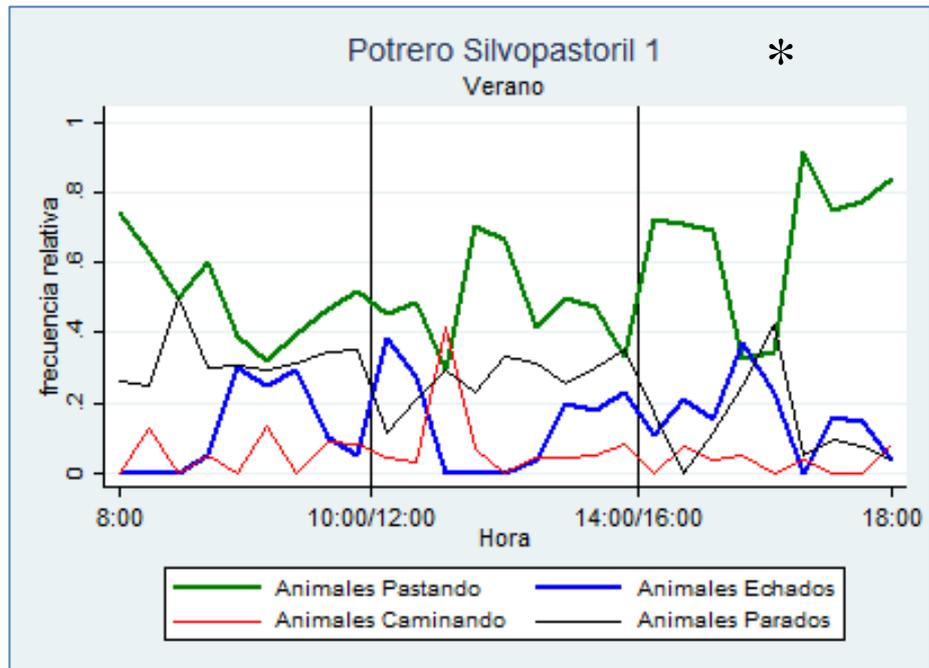


FIGURA 36. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO SILVOPASTORIL 1. PROMEDIO DE LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO DIARIAS.

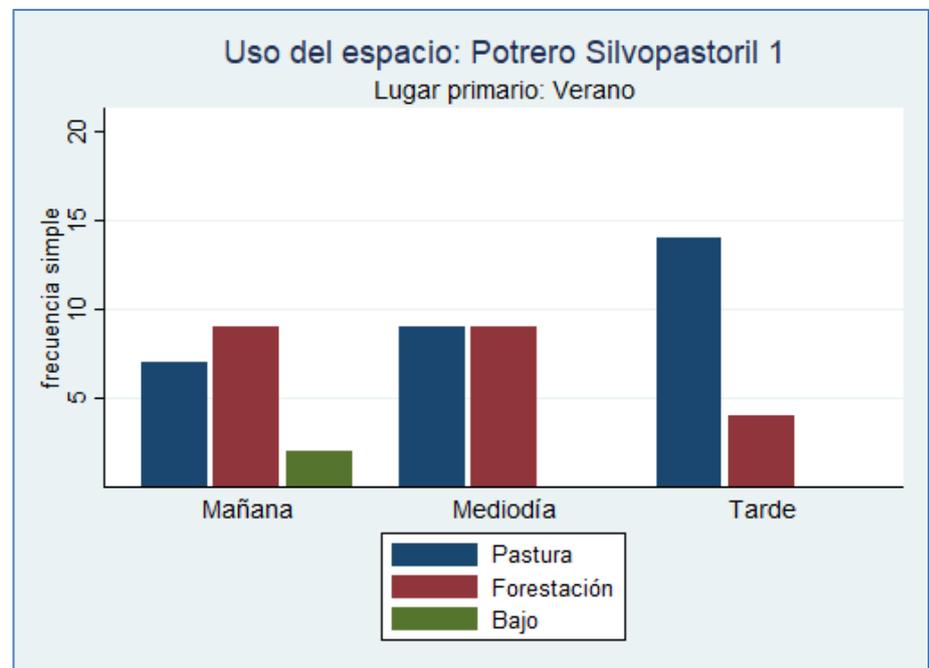


FIGURA 37. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO SISTEMA SILVOPASTORIL 1. CONSIDERANDO LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES.

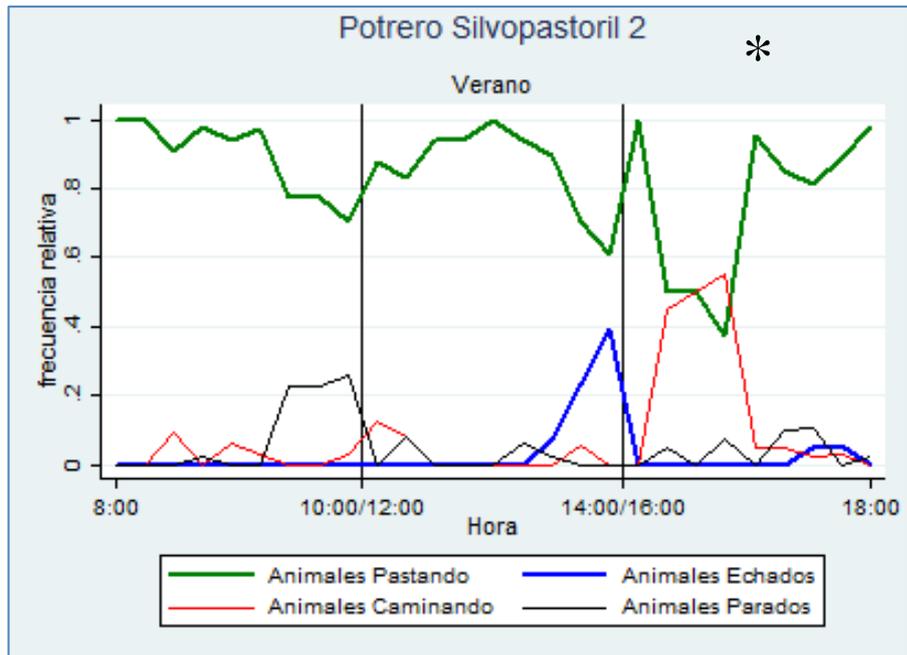


FIGURA 38. MEDIAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE ESTADOS DE CONDUCTA EN EL POTRERO SILVOPASTORIL 2. PROMEDIO DE LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES. LAS LÍNEAS NEGRAS VERTICALES MARCAN LOS INTERVALOS ENTRE LAS SESIONES DE MUESTRO

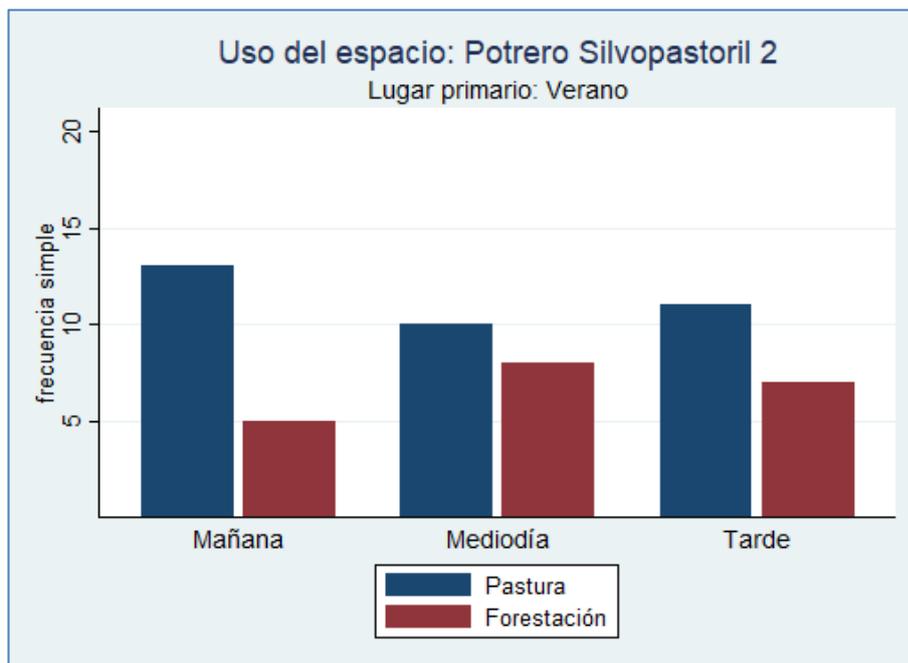


FIGURA 39. FRECUENCIAS SIMPLES DE LA UBICACIÓN PRIMARIA DEL GRUPO SEGÚN MOMENTO DEL DÍA. PARA EL POTRERO SISTEMA SILVOPASTORIL 2. CONSIDERANDO LOS DOS DÍAS DE OBSERVACIONES ESTIVALES.

## 6.5 Cuantificación de los eventos conductuales

### 6.5.1 Cuantificación de los eventos conductuales durante los registros de verano

CUADRO VIII. FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE LOS EVENTOS CONDUCTUALES REGISTRADOS EN LOS REGISTROS DE VERANO, SEGÚN SISTEMA.

Estación	Sistema	Eventos conductuales		
		Autogrooming	Rascado con árbol.	Grooming
Verano	SSP	68	23	0
	SPA	26	0	0

En los grupos de SSP se registraron más eventos conductuales que los grupos de SPA. En especial actividades de autogrooming. Para el caso de los grupos de SPA, no se encontraron actividades de rascado con los árboles.

### 6.5.2 Cuantificación de los eventos conductuales durante los registros de invierno

CUADRO IX. FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE LOS EVENTOS CONDUCTUALES REGISTRADOS EN LOS REGISTROS DE INVIERNO SEGÚN SISTEMA.

Estación	Sistema	Eventos conductuales		
		Autogrooming	Rascado con árbol.	Grooming
Invierno	SSP	53	15	2
	SPA	12	2	1

En los grupos de SSP se registraron más eventos conductuales que los grupos de SPA. En especial actividades de autogrooming. En ambos grupos hubo rascado con los árboles pero esto fue más marcado en los grupos de SSP.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 USO DEL ESPACIO

En lo relativo al uso del espacio por parte de los bovinos, se registraron diferencias tanto en invierno como en verano, siendo estas últimas las más acentuadas.

Durante el verano el uso de las diferentes zonas muestra diferencias entre sistemas. Los animales de SSP realizan un uso equitativo de la forestación y la pastura durante el día, mientras que los animales en SPA utilizan diferentes áreas de sus potreros en función del momento del día, siendo la zona con sombra del potrero (monte de abrigo) el área preferida en las horas posteriores al mediodía. El uso de las áreas con sombra para evitar estrés por el calor ha sido documentado en varios trabajos (Blackshaw & Blackshaw 1994; Karki & Goodman, 2010; Smith et al. 1999; Zuo & Miller-Goodman, 1994) como asimismo el uso de la sombra en las horas posteriores al mediodía (Kendall et al. 2006) debido a que es cuando se comienzan a registrar las mayores temperaturas del día y los mayores valores de ITH. Los bovinos seleccionan activamente el tipo de sombra que provee la mayor protección frente a la radiación solar, cuando se les permite elegir entre sombras que retengan el 25%, 50% o 99%, optan por la sombra con mayores índices de bloqueo (Tucker et al. 2008). La sombra de los árboles es la que prefieren en condiciones de calor en lugar de la sombra de estructuras artificiales en parte por su gran capacidad de bloqueo de la radiación solar (Shearer et al. 1999). La sombra y el acceso a la misma aparentan ser los factores que determinan las diferencias en el uso del espacio observadas.

Otro punto que marca similitud en el uso del espacio dentro del SPA es que ambos grupos (PA1 y PA2), utilizan las zonas de aguada (bajo) al final de la jornada, situación que no ocurre con los animales en SSP. Este uso de las aguadas por parte de los animales de SPA coincide con los resultados de Muller et al. (1994) quienes encontraron que los bovinos que no tienen acceso a sombra se agrupaban más frecuentemente y por más tiempo alrededor de los bebederos. En este mismo sentido, Palacio et al. (2015) encontraron que el acceso a sombra reduce el tiempo cerca de los bebederos en 6,42 veces. Schoenbaum et al. (2017) determinaron que existe mayor proximidad por parte de los bovinos a las áreas de aguas en días de calor extremo, aún en animales que se mantenían en potreros arbolados y encontraron que en verano los bovinos pastoreaban 250 m más cerca de las fuentes de agua que en otras épocas del año. En este trabajo los bovinos de ambos grupos contaban con acceso a sombra, pero la distancia que debían recorrer los bovinos de SPA para regresar a la sombra podría influir en que estos se comporten por momentos similarmente a animales que no tienen acceso a la misma. Sin embargo, la mayoría de los resultados anteriormente citados no se generaron en condiciones de trabajo que implicaran superficies tan extensas. Cabe destacar que en SSPs con *Pinus spp.* hay registro de que los animales igualmente se congregan en la zona de aguadas (Karki & Goodman, 2010).

La disponibilidad de sombra por animal determina también el uso del espacio si se comparan ambos sistemas. A mayor superficie de sombra disponible menor es el tiempo que se encuentran en áreas aledañas a los bebederos o aguadas: una asignación de 9,6 m<sup>2</sup> de sombra por animal reduce el tiempo alrededor de los bebederos mientras que disponibilidades de 2,4 m<sup>2</sup> o inferiores (incluida la ausencia

de sombra) aumentan los tiempos de permanencia alrededor del bebedero (Schütz et al. 2009). La vegetación puede proteger al ganado de la radiación solar durante el verano y del viento y lluvia, durante el invierno. Árboles y arbustos además de proveer sombra, crean un efecto refrescante producto de la humedad que se evapora de sus hojas (Shearer et al. 1999; Van Iar et al., 2014). Al parecer debe considerarse también la altura de los árboles. De Souza (2010) reportó que animales en SSPS con *Eucalyptus ssp.* de 18 m de altura pasaron 66,28% del tiempo a la sombra de los árboles, mientras que animales en potreros con árboles de 8 metros distribuyeron su tiempo equitativamente entre sombra y sol.

El acceso a sombra de buena calidad (que reduzca el impacto de la radiación solar y en suficiente superficie por animal) puede explicar esta diferencia en el uso del espacio entre los animales de SSP y SPA.

Karki y Goodman (2010) comparando el comportamiento y la distribución espacial en SSPS con pino y pastura abierta encontraron que el ganado se distribuyó en diferentes zonas en la mañana y en el mediodía, y se congregó en una zona específica durante el mediodía. Durante este momento del día, en verano se ubicaron en la zona con agua en silvopastoreo. Mientras que el ganado en SPA se mantuvo cerca de la zona monte de abrigo durante la mayor parte de la mañana y enteramente al mediodía, en las horas posteriores al mediodía se ubicaron en la zona de pastura.

Si consideramos lo que ocurre con los bovinos en invierno respecto al uso del espacio la diferencia más notable encontrada respecto a cómo utilizan el espacio los animales de SSP, es que en las primeras horas de la mañana (las de menor temperatura), utilizan el área de pastura abierta del potrero, donde quedan expuestos a la radiación solar directamente. Por lo que la radiación solar aparece nuevamente como un factor que puede ser la explicación a estas diferencias.

Se debe tener en cuenta que los valores de ITH en verano superaron los niveles de alerta en ambos sistemas pero fueron mayores en SSP que los encontrados en el SPA. Llama la atención que no se produzca un uso exclusivo de la forestación (sino una alternancia) en los bovinos de SSP (durante las horas de ITH más alto) como sí se da en SPA para con el monte de abrigo, registrándose la totalidad de las observaciones de los animales bajo la forestación al mediodía en el caso de PA1 y una proporción alta para PA2. En la literatura aparecen autores que cuestionan el uso del ITH en ciertas condiciones. Gomes da Silva et al. (2007) comparando la correlación entre cinco indicadores ambientales de estrés térmico frente a la temperatura rectal y la tasa respiratoria de bovinos lecheros (Holstein y Jersey) encontraron que el ITH no sería el indicador de estrés ambiental más adecuado para usar en condiciones de calor extremo. El Índice de Temperatura Equivalente (ETI: *Equivalent Temperature Index*) y el Índice de Carga de Calor (HLI: *Heat Load Index*) por su parte muestran una correlación positiva con las variables evaluadas en los animales. Estos indicadores a diferencia del ITH requieren para su cálculo la velocidad del viento el primero de ellos y la radiación solar el segundo. Los mismos autores abarcaron rangos de temperaturas medias de entre 25° y 30° C, (valores que también se alcanzaron durante las observaciones de verano de este trabajo) a raíz de esto proponen que tal vez debería considerarse más apropiado utilizar el ETI y el HLI en lugar del ITH para anticipar situaciones de estrés térmico. En este mismo sentido Davis & Mader (2003) intentando obtener un índice más preciso que el ITH incorporaron al cálculo, la velocidad del viento y la radiación solar como factores de corrección, concluyendo que un aumento de 1,6km/h en la velocidad del viento debería implicar un descenso

de una unidad en el valor del ITH. Asimismo un aumento de 10% en la cobertura nubosa también debería reflejarse en el ITH en un descenso de una unidad mostrando esto último el impacto de la radiación solar.

Comparando praderas abiertas y SSP, Karki & Goodman (2010) encontraron que en SSPs con *Pinus spp.* la radiación solar fue el principal factor micro climático que fue consistentemente más bajo que en campo sin la presencia de árboles (de un 14% a un 58% menor). Por lo que sería de interés incorporar a futuro al análisis del ambiente térmico, valores de radiación solar y velocidad del viento y no limitarlo a los valores de ITH.

## 7.2 PATRON DE COMPORTAMIENTO

Las diferencias de las proporciones de animales manifestando los diferentes estados conductuales entre sistemas se observaron durante el verano. Los grupos de SPA durante todo el año así como los de SSP en invierno tuvieron un patrón de comportamiento (durante las horas del día) que coincide con los descritos por otros autores (Linnane 2001; Kilgour, 2012; Kilgour et al. 2012). Registrándose una mayoría de animales involucrados en pastoreo durante las observaciones de la mañana y la tarde. En las horas del mediodía la actividad de pastoreo se reduce aumentando la cantidad de animales echados. Esta conducta se atribuye a la combinación entre altas temperaturas y radiación solar (Karki & Goodman, 2010) ya que los bovinos modifican su comportamiento para mitigar de estos factores (Baliscei et al. 2012). Durante el verano en los potreros de SSP la conducta predominante fue el pastoreo, con un patrón que muestra una proporción constante de animales pastoreando durante los tres momentos del día evaluados. Otros autores hallaron que SSP durante los meses de verano los bovinos dedican a pastorear un 63% del tiempo frente a un 40% del tiempo dedicado en campo abierto (Karki & Goodman, 2010). Otros autores han mostrado patrones más definidos para los diferentes estados conductuales durante el día en SSP que los encontrados aquí, encontrando dos máximos de animales pastoreando, uno entre las 11:00 y 12:00 y otro a las 16:00 (de Souza, 2010), sin embargo esto no se refleja en las observaciones de verano de este trabajo en los animales en SSP. Simeone et al. (2014), comparando animales en pasturas naturales con y sin acceso a monte de abrigo, encontraron un comportamiento similar de los animales con acceso a monte de abrigo, los cuales luego de las primeras horas de la mañana reducen sus horas actividad de pastoreo para recurrir a la sombra. En ese mismo trabajo los animales sin acceso a ningún tipo de sombra no realizaron ninguna conducta para mitigar el impacto de los altos valores de ITH y tuvieron por lo tanto una actividad de pastoreo superior, lo que llama la atención. Otras trabajos en condiciones de producción no extensivas han encontrado que los animales sin acceso a sombra dedican más tiempo a estar parados sin comer ni rumiar durante el día (Muller et al. 1994), sin embargo Mitlöhner et al. (2001) evaluando vaquillonas cruce en *feedlot* encontraron el resultado opuesto. Los patrones de los animales en SSP en verano, son similares con los que presenta Kilgour et al. (2012) para uno de los seis grupos de bovinos que se estudiaron en su trabajo (y que se presentan en el figura 1, de la Introducción de la presente tesis). Sin embargo, no fue posible encontrar elementos exclusivamente comunes que permitan vincular lo encontrado aquí con lo publicado en el trabajo citado. De cualquier manera sí permite saber que los bovinos bajo ciertas condiciones pueden adoptar patrones de pastoreo similar a los encontrados para los grupos SSP en verano, conocer las causas de este cambio es una interesante perspectiva de trabajo. Una

discrepancia con Kilgour et al. (2012) es que en ningún caso se encontró al 100% de los animales involucrados en la misma actividad, mientras que en este trabajo si ocurrió, pero debe considerarse que los animales que se encontraron por fuera de las observaciones en determinados momentos no necesariamente se encontraban en el mismo estado conductual que el resto del grupo.

La diferencia en las proporciones de actividad de pastoreo debería repercutir en el desempeño productivo de los animales lo que de momento no ha sido demostrado en similares condiciones de trabajo (Bobadilla et al. 2017). Trabajos anteriores sostienen que si los animales están impedidos de pastorear durante el día (ya sea por condiciones climáticas adversas o la corta duración del fotoperíodo en invierno) aumentan las horas de pastoreo nocturno, de forma que se mantendrían las horas totales de pastoreo al analizar las 24 horas del día (Linnane et al. 2001).

Muller et al. (1994), encontraron que los animales sin acceso a sombra estuvieron más tiempo echados, cosa que ocurre con los animales en SPA. Evaluando bovinos índicos en SSPS con *Eucalyptus spp.* en Brasil de Souza et al. (2010) encontraron que sobre las 10:00 hay un máximo de animales parados, para este trabajo ese horario implicaba una alta actividad de pastoreo y los máximos de animales parados no tuvieron un patrón claramente discernible. Tal vez estas diferencias sean atribuibles a las diferencias conductuales entre razas europeas e índicas u otras particularidades del SSP utilizado por de Souza et al. (2010) como la composición de la pastura y/o el marco de plantación de los árboles.

Como ya se dijo anteriormente los animales en SSP en verano muestran un patrón de conducta en el que predomina el pastoreo. Esta conducta la realizaron alternando entre la sombra provista por la forestación y la exposición al sol en la pastura (como ya se discutiera en la sección 7.1). Muller et al. (1994) encontraron que los animales que tuvieron acceso a sombra destinaron más tiempo a comer durante el día que aquellos que no, esto se puede observar en los animales de SSP. Los animales en SSP ante la disponibilidad de sombra y alimento en el mismo lugar optan por realizar la conducta de pastoreo. La conducta de animales parados en aparente inactividad indica que hacen esto para ajustarse al ambiente térmico al que están expuestos para aumentar las pérdidas de calor por convección (Baliscei et al. 2012). En cuanto a la proporción de animales que detienen la actividad de pastoreo y se echan en los potreros de SPA, de Souza et al. (2010) adjudican la causa de esto al fenómeno de re-radiación, que implica que la energía solar absorbida por el ambiente durante la mañana se comienza a liberar en horas de la tarde luego de calentado el mismo alcanzándose las temperaturas máximas durante esas horas.

Muller et al. (1994) sostienen que los patrones de comportamiento entre animales con y sin sombra están especialmente dirigidos a mitigar el estrés térmico. El momento de mayor agresividad térmica para los animales es entre el mediodía y la tarde, lo que se puede observar en los valores de temperatura y humedad para ambos sistemas. Por lo que las diferencias encontradas en los registros de verano pueden tener su base en las diferencias en el ambiente térmico al que se encuentran expuestos los animales.

Existen dos puntos que no se evaluaron en este trabajo que sin embargo ameritan ser mencionados por su posible impacto en los patrones de conductas encontrados.

El primer punto es el impacto que la disponibilidad de pastura puede tener en el comportamiento de pastoreo. Si bien hay diferencias en composición entre ambos sistemas y menor superficie efectiva de pastoreo en SSP, en situaciones similares de producción no se encontraron diferencias ( $p>0.05$ ) significativas en la evolución de los pesos de bovinos en ambos lotes, indicando que la oferta de nutrientes en ambos sistemas es similar (Bobadilla et al. 2017). No puede descartarse que los animales hayan aumentado su actividad de pastoreo en SSP en verano para compensar por la diferencias de disponibilidad de materia seca frente a los animales en SPA. También debería considerarse que la presencia de los árboles puede influir en el tiempo que dedican los animales en SSP al pastoreo, ya que estos interrumpen la continuidad de la pastura lo que podría aumentar los tiempos de búsqueda y cosecha del pasto, aunque si esta fuera el caso, se debería haber registrado una diferencia para los registros de invierno entre sistemas, situación que no aconteció.

El segundo punto a considerar es el efecto de las categorías de animales utilizados, si bien este efecto no se evaluó hay una diferencia aparente en la conducta de pastoreo al comparar el grupo SP1 y SP2 durante los registros de verano, en el que los novillos en SP2 mostraron mayor cantidad de individuos involucrados en la conducta de pastoreo. En especial considerando que los requerimientos energéticos de las vacas secas en verano, difieren de los requerimientos de los novillos en igual periodo. También el efecto del aprendizaje podría ser incluido en este punto, ya que los grupos de vacas PA1 y SP1 llevan más años dentro este sistemas productivo que los novillos de PA2 y SP2.

### 7.3 EVENTOS CONDUCTUALES

En los SSP se registró el uso de los árboles por parte de los animales en actividades de acicalamiento o rascado, lo que muestra que ante la oportunidad los animales utilizan los árboles como recurso para esta actividad. En el caso del SPA también se registró aunque en menor cantidad de ocasiones, aunque disponibilidad de árboles es menor y estos se restringen al área de monte de abrigo. La actividad de acicalamiento ante la falta del recurso árboles no se vio compensada con otros tipos de acicalamiento ya sea *auto-grooming* o *grooming* social (allogrooming). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Kohari et al. (2007) quienes estudiaron la importancia de los árboles como recurso de enriquecimiento ambiental en sistemas de producción de bovinos basados en pasturas. Sus resultados mostraron que los animales prefieren acicalarse utilizando los árboles y que al comparar con los animales que no tuvieron acceso a árboles para acicalamiento no encontraron que los mismos aumentarían otros tipos de acicalamiento como mecanismo de compensación. El uso de los árboles (maduros) por parte de los animales puede ser considerado un problema si esto causa daño a los mismos. Guerreiro et al. (2015) encontraron que ciertas variedades del género *Eucalyptus* son más atractivas que otras para los animales prefiriéndolas para masticar hojas y corteza y por lo tanto dañando los mismos. Sin embargo entre las 10 variedades evaluadas no se encontraba la especie *Eucalyptus globulus globulus* que fue el utilizado en este trabajo, pero no fue registrado en ninguna observación comportamiento alimentario alguno dirigido a los árboles.

## **8. CONCLUSIONES**

### **8.1 Conclusión general**

Las principales diferencias entre el comportamiento de los bovinos en SSP y SPA se registraron durante las observaciones de verano.

Los animales en SSP utilizan todas las zonas del potrero (incluyendo las forestadas) tanto para actividades de descanso como de forrajeo, mientras que los animales en SPA muestran conductas asociadas a determinadas zonas del potrero como por ejemplo, la conducta de echarse es mas prevalente en el monte de abrigo que en la pastura.

### **8.2 Uso del espacio**

Los bovinos de SSP utilizaron las áreas soleadas de los potreros en las primeras horas del día durante el invierno.

Durante el verano los bovinos en SPA utilizaron predominantemente el monte de abrigo en horas del mediodía, mientras que los animales en SSP utilizan la forestación y la pastura equitativamente.

### **8.3 Patrón de comportamiento**

Durante el verano los grupos de SPA mantuvieron un patrón de comportamiento similar al descrito para el invierno con un máximo de animales pastoreando a la mañana y en la tarde y un mínimo de animales en estado conductual de pastoreo durante las horas posteriores al mediodía, mientras que los animales en SSP, presentan un patrón donde predomina la conducta del pastoreo a lo largo de todo el día.

Durante el invierno no se registraron diferencias en el patrón conductual de los bovinos mantenidos en condiciones de SSP o SPA.

### **8.4 Eventos conductuales**

Los bovinos en ambos tipos de sistema utilizaron los árboles para actividades de acicalamiento.

## **9. REFLEXIONES FINALES**

Las siguientes reflexiones se desprenden de la revisión bibliográfica realizada para esta tesis así como de algunos de los resultados hallados producto de la misma.

Los SSPS en Uruguay, han mostrado ser una alternativa viable para el ganadero tradicional que desee mantener el rubro de su predio pero a su vez diversificar su producción. Desde la perspectiva productivo-económica, la literatura deja en claro que la implementación de estos sistemas no implica un deterioro en la capacidad productiva del ganadero siempre y cuando la integración de la forestación en el predio esté desde su génesis concebida para integrarse al sistema ganadero. Ya que permite que el ganadero mantenga el flujo monetario producto de su actividad ganadera en el corto y mediano plazo, pero con los ingresos adicionales del largo plazo que produce la venta de la madera. Teniendo beneficios adicionales como un mayor grado de independencia respecto a los vaivenes económicos de un solo rubro.

Desde el punto de los animales, este sistema no ha mostrado ser inferior respecto a la condiciones de, productividad, bienestar animal y sanidad si se lo compara con la ganadería tradicional del país. Incluso desde el punto de vista del bienestar animal y el comportamiento de los bovinos, la integración de la ganadería y la forestación expone al animal a un ambiente más rico en el que surgen combinaciones de uso del espacio y conductuales que no son de común ocurrencia en un sistema exclusivamente de pastura abierta.

Por lo que desde mi humilde opinión, los SSPS representan una alternativa interesante a la producción ganadera tradicional. Y que si se combina la implementación de estos sistemas con la generación de información científica de calidad podremos realizar los ajustes necesarios a las condiciones locales que redunden en el beneficio del colectivo.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baliscei M, de Souza W, Barbosa R, Cecato U, Krutzmann A, de Oliveira E. (2012). Behavior of beef cattle and the microclimate with and without shade. *Acta Scientiarum* 34:409-415

Barragán W, Mahecha L, Cajas-Girón Y. (2015). Variables fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles. *Agronomía Mesoamericana*. 26:211-223.

Bobadilla P, Bueno H, Prieto M, Huertas S. 2017. Animal welfare indicators and body weight of beef cattle in silvopastoral systems with *Eucalyptus globulus* and pasture systems in temperate regions. Preliminary results. En: Chará J., Peri P., Rivera J., Murgueitio E., Castaño K. 2017. *Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. CIPAV. Cali

Bueno H, Bobadilla P, Huertas S. 2017. Estudio comparativo de composición florística invernal del sistema silvopastoril y de campo natural en zona central de Uruguay. En: Chará J., Peri P., Rivera J., Murgueitio E., Castaño K. 2017. *Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. CIPAV. Cali

Broom DM, Galindo FA, Murgueitio E. (2013) Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280:2013-2025

Bussoni A, Alvarez J, Cubbage F, Ferreira G, Picasso V. (2017). Diverse strategies for integration of forestry and livestock production. *Agroforestry Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0092-7>

Bussoni A, Juan C, Fernández E, Boscana M, Cubbage F, Bentancur O. (2015) Integrated beef and wood production in Uruguay: potential and limitations. *Agroforestry Systems* 89:1107-1118.

Carriquiri R, Morales H, Hegedus P, Tourrand J. (2012). Heterogeneity and vulnerability of livestock in forest plantations of Uruguay. Producing and reproducing farming systems. New modes of organization for sustainable food systems of tomorrow. 10<sup>th</sup> European IFSA Symposium, 1-4 Julio 2010 Aarhus, Denmark, sin paginar.

Cohen J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement* 20:37-46.

Cubbage F, Balmelli G, Bussoni A, Noellemeyer E, Pachas A, Fassola H, Colcombet L, Rossner B, Frey G, Dube F, Lopes de Silva M, Stevenson H, Hamilton J, Hubbard W. (2012). Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agroforestry Systems* 86:303-314.

Davis S, Mader T. (2003). Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Report* 49-51.

de Souza W, Rus Barbosa O, de Araújo Marques J, Gasparino E, Cecato U, Martins Barbo L. (2010). Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39: 677-684.

Eigenberg R, Brown-Brandl T, Nienaber J. (2007) Development of a weather safety monitor for feedlot cattle. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 23(5): 657-660.

Farm Animal Welfare Council. (2009). *Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future*.

[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/319292/Farm\\_Animal\\_Welfare\\_in\\_Great\\_Britain\\_-\\_Past\\_\\_Present\\_and\\_Future.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past__Present_and_Future.pdf) (con acceso 16/03/2018)

Galindo F. (2004). Introducción a la etología aplicada. En: Galindo F & Orihuela A. *Etología Aplicada*. 1ª ed. México DF., Cap. 1, pp.17-26.

Gomes da Silva R, Morais D, Guilhermino M. (2007). Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 1192-1198.

Guerreiro F, Franceschi Nicodemo M, Porfírio da Silva V.(2015). Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. *Agroforestry Systems* 89:743–749.

Hahn G. (1999). Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science* 77:10-20.

Hernandez L, Barral H, Halffter G, Sanchez Colon S. (1999). A note on the behavior of feral cattle in the chihuahuan desert of Mexico. *Applied Animal Behaviour Science* 63:259-267.

Karki U, Goodman M. (2010). Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. *Agroforest Syst* 78(2):159-168.

Kendall P, Nielsen P, Webster J, Verkerk G, Littlejohn R, Matthews L. (2006). The effects of providing shade to lactating dairy cows in temperate climate. *Livestock Science* 103:148-157.

Kilgour R. (2012). In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. *Applied Animal Behavior Science* 138:1-11.

Kilgour R, Uetake K, Ishiwata T, Melville G. (2012). The behavior of beef cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 138:12-17.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIA), Programa Nacional de Investigación Producción de Carne y Lana. [www.inia.org.uy/online/site/315838I1.php](http://www.inia.org.uy/online/site/315838I1.php) (accessed on Feb 2015).

Instituto Plan Agropecuario. (2011). Presupuestación forrajera. <http://planagropecuario.org.uy/web/25/librillos/presupuestaci%C3%B3n-forrajera.html>. Con acceso 28/02/2018.

Lazo A. (1994). Social segregation and the maintenance of social stability in a feral cattle population. *Animal Behaviour* 48:1133-1141.

Linnane, M, Brereton A, Giller P. (2001). Seasonal changes in circadian grazing patterns of Kerry cows (*Bos taurus*) in semi-feral condition in Killarney National Park, Co. Kerry, Ireland. *Applied Animal Behaviour Science* 71: 277-292.

Mahecha L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15:226-231.

Mancera, A.K., Galindo, F. 2011. Evaluation of some sustainability indicators in extensive bovine stockbreeding systems in the state of Veracruz. *VI Reunión Nacional de Innovación Forestal* p. 31, León Guanajuato, México.

Martin P, Bateson PPG. *Measuring Behaviour: An introductory guide*. 2<sup>nd</sup> edition. Cambridge, Cambridge University Press, 1993.

MGAP/DIEA. (2016). Anuario Estadístico Agropecuario 2016. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

MGAP/DGF/BID. (2008). Guía de modelos agroforestales para el Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca/Dirección General Forestal/Banco Interamericano de Desarrollo.

Mitlöhner F, Morrow J, Dailey J, Wilson S, Galyean M, Miller M, McGlone J. (2001). Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 79:2327-2335.

Montagnini, F, Ibrahim M, Murgueitio E. (2013). Silvopastoral systems and mitigation of climate change in Latin America. *Bois et Forêts des Tropiques* 316: 3-16.

Muller C, Botha J, Smith W. (1994). Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. *South African Journal of Animal Science* 24(2): 61-66.

Murgueitio E., Ibrahim M., 2009. Cattle and the environment in Latin America. In: Murgueitio E., Cuartas C., y Naranjo J. (Eds.). *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. 2da. Ed. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, p. 20-39.

Ocampo A, Cardozo A, Tarazona A, Ceballos M, & Murgueitio E. (2011). La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicado. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias* 24: 332-346.

Orihuela A, Galindo F. (2004). Etología aplicada en los bovinos. En: Galindo F & Orihuela A. Etología Aplicada. 1ª ed. México DF., Cap. 4, pp.89-112.

Phillips C. (2002) Environmental perception and cognition. En: Cattle behaviour and welfare. 2<sup>ed</sup>. Malden, Cap. 6, pp. 49-61.

Poder Legislativo 1988. Ley Forestal N°15.939. <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp7479033.htm>. Con acceso 9/02/18.

Price E. (2004). El efecto de la domesticación en la conducta animal. Etología aplicada en los bovinos. En: Galindo F & Orihuela A. Etología Aplicada. 1ª ed. México DF., Cap. 2, pp.21-41.

Ritz L, Glowatzki-Mullis M, MacHugh D, Gaillard C. (2000). Phylogenetic analysis of the tribe bovini using microsatellites. *Animal Genetics* 31:178-185.

Rushen J, de Passillé A, von Keyserlingk M, Weary D. (2007). The welfare of cattle. Springer Science & Business Media 1ª ed. Dordrecht.

Shearer J., Beede, D., , Bray, D., Bucklin R. (1999). Managing during heat stress. In Eastridge, M.L. (Ed.), 1999 Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Ohio State University Department of Animal Science, Ohio. pp. 98-99.

Simeone A, Beretta V, Caorsi C. (2014) Forestación y ganadería: cuantificando el efecto de la sombra y el abrigo de los montes sobre la performance animal. 16ª Jornada de la unidad de producción intensiva de carne. 14 de Agosto, Paysandú, Uruguay. pp. 24-27

Stricklin W, Kautz-Scanavy C. (1984). The role of behavior in cattle production: A review of research. *Applied Animal Ethology*, 11:359-390.

Thorn, E. (1959). The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59.

Troy C, MacHugh D, Macgee D, Loftus R, Cunningham P, Chamberlain A, Skyes B, Bradley D. (2001). Genetic evidence for near-eastern origins of european cattle. *Nature* 410:1088-1091.

Tucker C, Rogers A, Verkerk G, Kendall P, Webster J, Mathews, L. (2007) Effects of shelter and body condition on the behaviour and physiology of dairy cattle in Winter. *Applied. Animal. Behaviour. Sci.* 105:1-13.

Tucker C, Rogers A, Schütz K. (2008). Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperatura in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science* 109:141-154.

Van laer E, Palmyre C, Moons H, Sonck, André F, Tuytens, M. (2017). Importance of outdoor sehltter for cattle in temperate climates. *Livestock Science* 159:87-101.