

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**INFLUENCIA DEL RANGO SOCIAL SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE VACAS
LECHERAS EN PASTOREO**

Por

María Luciana GUTIERREZ INTHAMOUSSOU

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

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Segundo miembro:

Dr. Rodolfo Ungerfeld

Tercer miembro:

Co-Tutores:

Dr. José Luis Repetto

Dra. Cecilia Cajarville

Fecha:

Autor:

Br. María Luciana Gutiérrez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a mi familia, quienes han sido un apoyo moral y económico.

A mi tutor Rodolfo Ungerfeld, le agradezco enteramente por haber dedicado gran parte de su tiempo a este trabajo conjuntamente con mis co-tutores, Cecilia Cajarville y José Luis Repetto, a quienes les debo el hecho de que esta tesis tenga los menos errores posibles.

A una personas que admiro por su inteligencia y su conocimiento, mi amiga María Inés Rosas Servetto por haberme despertado interés en la etología y ser una gran ayuda en este trabajo tanto en la traducción como en el trabajo de campo, colectivamente con Lucrecia López y Florencia Iglesias.

A Grazyne Tresoldi por su trabajo, el cual hizo posible esta tesis.

A mis amigos de la vida y amigos que conocí gracias a esta hermosa carrera por ayudarme y apoyarme siempre.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Página de aprobación | 2 |
| Agradecimientos | 3 |
| Lista de cuadros y figuras | 5 |
| Resumen | 6 |
| Summary | 7 |
| Introducción | 8 |
| Revisión bibliográfica | 9 |
| 1- Producción de leche bovina | 9 |
| 2- Sistemas productivos lecheros en base pastoril | 10 |
| 3- Comportamiento en pastoreo | 10 |
| 4- Factores que influyen y modifican el comportamiento en pastoreo | 13 |
| 4.1- Factores individuales | 13 |
| 4.2- Fotoperíodo | 14 |
| 4.3- Factores ambientales | 15 |
| 4.4- Factores sociales | 16 |
| 5- Jerarquía social | 17 |
| 5.1- Competencia | 17 |
| 5.2- Comportamiento agonístico | 19 |
| 5.3- Estructura jerárquica | 20 |
| 5.4- Factores que determinan la estructura jerárquica | 21 |
| 6- Efectos de la jerarquía sobre la producción | 23 |
| 6.1- Diferencias de comportamiento en pastoreo según estructura jerárquica | 23 |
| 6.2- Diferencias de comportamiento en comederos según estructura jerárquica | 24 |
| 6.3- Consecuencias sanitarias de las diferentes jerarquías | 26 |
| 6.4- Medidas de manejo | 26 |
| Objetivos | 29 |
| Hipótesis | 29 |
| Materiales y métodos | 30 |
| Animales a utilizar | 30 |
| Toma de datos | 31 |
| Estudio de la disponibilidad de la pastura | 31 |
| Análisis estadístico | 31 |
| Resultados y discusión | 32 |
| Conclusiones | 40 |
| Referencias bibliográficas | 41 |

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Porcentaje promedio y desvío estándar del tiempo dedicado a las actividades de comer y rumiar en las vacas de alto y bajo rango | 32 |
| Tabla 2. Porcentaje promedio y desvío estándar del tiempo dedicado a las actividades de caminar, echarse y estar de pie en las vacas de alto y bajo rango | 35 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de la actividad de pastar en los eventos de observación para las vacas de alto rango y bajo rango | 33 |
| Figura 2. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de rumia en los eventos de observación para las vacas de alto rango y bajo rango | 34 |
| Figura 3. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades complementarias de pastar y rumiar para todos los animales en los eventos de observación | 34 |
| Figura 4. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia con que los animales pasaron parados en función de los eventos observación para las vacas de alto rango y bajo rango | 36 |
| Figura 5. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de caminata en función de los eventos de observación para las vacas de alto rango y bajo rango | 37 |
| Figura 6. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de la actividad de echarse en función de los eventos de observación para las vacas de alto rango y bajo rango | 37 |
| Figura 7. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades de estar echadas, paradas y caminando para todos los animales en función de los eventos de observación | 38 |
| Figura 8. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades de estar parados y pastando para todos los animales en el tiempo de observación | 39 |
| Figura 9. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades de echarse y rumiar para todos los animales en el tiempo de observación | 39 |

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar diferencias entre vacas lecheras de alto y bajo rango en el comportamiento en pastoreo en una situación en la que no puedan interactuar entre sí. Se seleccionaron del rodeo lechero del Campo Experimental N°2 (Libertad, San José) de la Facultad de Veterinaria 12 animales pertenecientes al alto rango jerárquico y 12 del bajo nivel jerárquico (bajo rango), a partir de una matriz sociométrica generada en un estudio previo de jerarquía social del rodeo general de 130 vacas basado en las observaciones de las interacciones agonísticas entre los animales. Los animales de ambos grupos (alto y bajo rango) se mantuvieron en el rodeo general y las observaciones se realizaron luego del ordeño de la mañana en una pastura de sorgo separando los dos lotes en dos potreros. Los animales se observaron a partir del momento de entrada al pastoreo hasta que eran llevados al ordeño de la tarde, con una frecuencia de 10 minutos entre observaciones, durante 7 horas al día, a lo largo de 5 días. Las observaciones registraban el comportamiento individual de estar parada, echada, caminando, comiendo o rumiando. Los animales pasaron el $80,80 \pm 6,58\%$ del tiempo de pie y $12,85 \pm 5,94\%$ del tiempo echados, sin observarse diferencias significativas entre los grupos. Los animales de alto rango pasaron $8,18 \pm 3,00\%$ del tiempo caminando presentando diferencia significativa con lo observado en los de bajo rango lo cual fue de $4,63 \pm 1,36\%$. Los animales de alto rango pasaron menor tiempo comiendo que los de bajo rango ($52,65 \pm 3,98\%$ vs. $65,13 \pm 6,54\%$) y más tiempo rumiando ($23,39 \pm 2,89\%$ vs. $15,17 \pm 3,21\%$). En las primeras horas se observó que el patrón de comportamiento fue similar para ambos grupos, comenzando el período de observación con un mayor número de animales caminando, de pie y comiendo, apareciendo los comportamientos de rumia y de echarse a partir de las 2 horas de observación. Se estimaron las correlaciones simples entre las actividades de pastoreo y estar de pie en $r=0,72$, y entre la actividad de echarse y rumiar en $r=0,65$. El patrón general de actividades difiere de acuerdo al rango jerárquico de las vacas pese a que no exista interacción agonística física entre ellas.

SUMMARY

The aim of this study was to observe the grazing behaviour of high ranked and low ranked dairy cows, in a situation where they cannot interact with each other. Two groups of 12 animals each were selected from the dairy herd in Campo Experimental N°2 (Libertad, San José) from a sociometric matrix generated in a previous social hierarchy study in the same dairy herd (130 animals) based on observations of agonistic interactions between ~~the~~ animals. Both high and low ranked animals were kept in the general rodeo and ~~The~~ observations were made 1) after the morning milking in a sorghum pasture, separating the two groups into two paddocks; 2) ~~The observations were made~~ from the moment of entry to the grazing area pasture until the afternoon milking, with a frequency of 10 minutes between observations, 7 hours a day during 5 days. The individual behaviour observed was recorded as standing, lying, walking, eating or ruminating, by the scanning method. Animals spent $80,80 \pm 6,58\%$ of their time standing and $12,85 \pm 5,94\%$ of their time lying, no significant differences between groups. High ranked cows spent $8,18 \pm 3,00\%$ of the time walking while the low ranked cows spent $4,63 \pm 1,36\%$ of the time in the activity. High ranked animals spent less time eating than low ranked ($52,65 \pm 3,98\%$ vs. $65,13 \pm 6,54\%$) and more time ruminating ($23,39 \pm 2,89\%$ vs. $15,17 \pm 3,21\%$). The behavior pattern was similar for both groups, at the beginning of the ~~period of~~ observation period there was a larger number of animals walking, standing and eating, while ruminating and lying behaviors appear after two hours of observation. Simple correlations between the activities of grazing and standing were estimated in $r=0,72$, and between the activities of lying and ruminating in $r=0,65$. The general pattern of activity differs according to the ranking of the cows although there is no possibility of interaction between them.

INTRODUCCIÓN

La British Farm Animal Welfare Council ha definido cinco libertades animales que implican un estado de bienestar animal, siendo una de ellas la que permite a los animales el desarrollo de su comportamiento normal (Kilgour y col., 2012). Los ruminantes son animales de pastoreo y su comportamiento normal de alimentación consiste en el rápido consumo del forraje seguido por la digestión o rumia de manera diferida, bajo condiciones seguras, en las que se protegen contra el ataque de depredadores (Gregorini y col., 2006). Las estrategias de comportamiento observadas en los ambientes naturales se mantienen incluso en ambientes controlados o artificiales, como la domesticación, lo que determina la manera en que responden a los factores ambientales y sociales (Estevez y col., 2007).

Los bovinos son animales gregarios, forman grupos sociales complejos que les aportan beneficios sociales mediante la dilución del riesgo de ataque y el aumento de las posibilidades de detectar predadores. Sin embargo, en condiciones en que los animales compiten por recursos limitados los costos de la vida gregaria resultan en el aumento de las interacciones agonísticas y en la natural reducción de los grupos animales (Estevez y col., 2007). Consecuentemente, los bovinos generan una estructura social para organizarse en niveles jerárquicos de acuerdo a su capacidad para luchar por los recursos (Phillips y Rind, 2002), que define relaciones de dominancia y sometimiento entre los animales (Hemelrijk, 2000). La dominancia es la relación entre dos animales en la cual uno de ellos, el dominante, tiene prioridad en el acceso a algún recurso en una situación de competencia (Kaufmann, 1983; citado por Barroso y col., 2000).

En Uruguay la producción lechera es de base pastoril, siendo el consumo de materia seca (MS) la principal limitante del sistema. A pesar de no haber sido objeto de estudios exhaustivos, se ha identificado que la jerarquía es un factor de gran importancia que modifica el consumo de MS de los animales, ya que la prioridad de acceso a la mejor pastura puede depender de la jerarquía del rebaño (Phillips y Rind, 2002).

Según el rango social se han observado diferencias en el comportamiento alimenticio, observándose que los animales de bajo rango pasan más tiempo dedicados al pastoreo y al consumo en comederos (Hasegawa y col., 1997; Phillips y Rind, 2002), mientras que el tiempo dedicado a la rumia, particularmente al período de regurgitación, se ha observado mayor en animales de alto rango (Phillips y Rind, 2002). Se ha reportado que las vacas de alto rango producen más leche que las de bajo rango en los sistemas de pastoreo (Reinhardt, 1973; Arave y Albright, 1976; Val-Laillet y col., 2008a).

El estudio del comportamiento permite adoptar distintas medidas de manejo para los bovinos en pastoreo aprovechando la estructura social, que implican principalmente la formación de grupos parejos en peso, condición corporal y edad, la introducción paulatina de animales nuevos al grupo para evitar conflictos en el período de postparto, o el manejo separado de las categorías jóvenes, entre otras. El objetivo de este estudio fue observar el comportamiento de consumo a pastoreo de animales de distinto rango social en una situación en la que no puedan interactuar entre sí.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1- Producción de leche bovina

La leche bovina es uno de los principales productos de consumo en el mundo, debido a su alto valor nutritivo y constituye una de las principales producciones agropecuarias. La producción lechera mundial ha aumentado un 17% a nivel mundial durante la última década. Las principales regiones productoras de leche son la Unión Europea (30% de la producción mundial en el 2011), Norteamérica (24%) y Asia (20%). Sin embargo, las zonas con mayor crecimiento son Asia (52% de crecimiento entre el 2003 y 2011), Sudamérica (43% de crecimiento en el mismo período) y Oceanía (20%). En el año 2011 la producción de leche de Sudamérica fue de 42.600 miles de toneladas métricas de leche, lo que representó el 9,5% de la producción mundial (MGAP, 2013).

Uruguay es el mayor productor de leche bovina per cápita de Sudamérica, con una producción de 412 L/habitante, y cuenta también con el mayor consumo en Sudamérica, de 228 L/habitante (Uruguay XXI, 2012). En el año 2011 en Uruguay se produjeron 2.057 millones de litros de leche comercial, siendo el 90% de la producción remitida a plantas industrializadoras (DIEA, 2012). Los productos principales son la leche fluida (48% de la producción del año 2011), la leche en polvo (14%), quesos (12%) y mantecas (4%). En su mayoría los productos exigen leche de calidad y con buen contenido en sólidos. El mercado interno consumió 513 millones de litros de leche equivalente, dados principalmente por la totalidad de la producción de leche fluida, mientras que se destinaron 1.301,6 millones de litros de leche equivalente a la exportación. Los principales productos exportados fueron la leche en polvo, los quesos, que juntos representaron el 92% de las exportaciones, y las mantecas (MGAP, 2013).

Los productos lácteos representaron en el año 2011 el 8,9% del PBI agropecuario de exportación, tercero en importancia nacional después de los productos agrícolas y la carne bovina (DIEA, 2012). En ese año las exportaciones del sector fueron de 712.216 miles de dólares, representando un aumento del 35,2% respecto al año 2010 (MGAP, 2013).

En nuestro país en el año 2011 la producción lechera se desarrolla en 4.433 establecimientos lecheros, 3.218 de los cuales remiten leche de forma habitual a plantas industrializadoras (DIEA, 2012). La actividad ocupa 850.000 hectáreas concentradas en las zonas de San José, Colonia y Flores, con 793.000 cabezas de ganado en producción (DIEA, 2012). La producción lechera se da mayormente en pasturas mejoradas con suplementación estratégica, en razas Holando, Jersey y cruza (DIEA, 2012).

2- Sistemas productivos lecheros en base pastoril

En Uruguay, como en otros países pertenecientes a las zonas climáticas templadas, el principal sistema productivo es de base pastoril. Las zonas templadas representan una importante contribución a la producción mundial, aportando el 75% de la producción de leche (Leaver, 1985). El uso de pasturas en la alimentación de vacas lecheras resulta en un sistema de bajo costo, ya que las pasturas son la fuente de nutrientes más económicas, además de ser un sistema de producción ecológicamente positivo y con claras ventajas en el bienestar animal al compararlo con un sistema productivo de encierro (Peyraud y Delaby, 2001).

El consumo de materia seca (MS) es la principal limitante en la producción de leche en los sistemas pastoriles (Leaver, 1985; Kolver y Muller, 1998; Botheras, 2007). Al comparar la producción de vacas en pastoreo con las alimentadas con raciones totalmente mezcladas (RTM) se observa que tanto el aporte de energía como el consumo de MS son limitantes en la productividad de vacas Holstein de alta producción (mayor a 30 kg de leche/día) (Kolver y Muller, 1998). Los sistemas de pastoreo único o con suplementación estratégica buscan aumentar la productividad al menor costo de alimentación posible, por lo que es necesario maximizar el consumo en pastoreo y la eficiencia del uso de los nutrientes (Peyraud y Delaby, 2001).

El consumo en pastoreo depende de la interacción de una serie de factores animales y ambientales, por lo que la predicción del consumo es difícil, así como también lo es el desarrollo de sistemas pastoriles con resultados predictivos (Leaver, 1985).

Se ha realizado una extensiva investigación en la composición y calidad de las pasturas y la interacción con la suplementación de concentrados, pero el comportamiento de consumo por parte de los animales no han recibido igual atención. Algunas medidas de manejo como la alimentación con concentrados en comederos pequeños o a la entrada de la sala de ordeño puede causar desigualdades en el consumo de MS entre los animales según su estatus social. Se hace necesario ampliar el conocimiento del comportamiento animal para mejorar el consumo de MS, la salud y el bienestar animal, lo que además repercutiría en el rendimiento y la rentabilidad de las explotaciones ganaderas (Botheras, 2007).

3- Comportamiento en pastoreo

Los rumiantes son animales de pastoreo y han desarrollado su estrategia de alimentación en un ambiente en el que eran susceptibles al ataque de depredadores. Su estrategia consiste en el consumo rápido del forraje seguido por la rumia bajo condiciones más seguras, principalmente nocturnas (Gregorini y col., 2006).

Por otra parte se sabe que los bovinos son animales gregarios, es decir, de vida social. La formación de grupos disminuye el estrés de los animales ante estímulos de ruidos, elementos extraños, y desafíos ambientales (Takeda y col., 2003). Se ha observado además que las interacciones sociales (físicas y no físicas) entre bovinos

aumentan de manera marcada desde el nacimiento hasta las 6 semanas de edad (Wood-Gushy col., 1984; citado por Færevik y col., 2006).

En los ambientes naturales el comportamiento gregario aporta beneficios sociales mediante la dilución de la población de riesgo y favorece las posibilidades de detectar predadores. Para los individuos significa un mayor tiempo de descanso y de forrajeo. La sincronización del comportamiento durante la alimentación, descanso y amamantamiento es otra estrategia que reduce los peligros de los predadores (Estevez y col., 2007). Sin embargo, a pesar de que en condiciones extensivas los animales sincronizan su actividad, esta sincronización es alterada cuando los animales están compitiendo por recursos limitados, como en comederos, bebederos, entrada al tambo, o cuando están en corrales pequeños (Miller y Wood-Gush, 1991; citado por DeVries y col., 2004).

Los costos de la vida gregaria se dan por la competencia por recursos limitados. En ambientes donde hay abundante acceso a los recursos de consumo el costo de la competencia es menor que si los recursos son escasos, lo que resulta en el aumento de las interacciones agonísticas y en la natural reducción de los grupos animales. El tamaño de los rodeos en pastoreo libre se auto regulariza y está determinado por las características ambientales, ya que los individuos unen o abandonan el grupo según la relación costo-beneficio, a diferencia de lo que ocurre en condiciones productivas (Estevez y col., 2007). Adicionalmente los bovinos generan una estructura social para organizarse en niveles jerárquicos de acuerdo a su capacidad para luchar por los recursos (Phillips y Rind, 2002).

El ganado vacuno en pastoreo pasa más del 95% del tiempo dedicado a las actividades de consumo, rumia (ya sea echados o parados) y descanso (George y col., 2007; Kilgour y col., 2012). Las vacas lecheras de alta producción típicamente pasan 4-6 horas del día dedicadas al consumo de alimento, divididas en 9 a 14 sesiones de consumo repartidas de manera más o menos equitativa durante el día (Phillips y Rind, 2001a), alternando el consumo con periodos de rumia y de marcha (Forbes, 2007).

Vitela y col. (2004) realizaron un estudio en 40 vacas Holstein de 2-4 años de edad en corrales con espacio individual de 40 m²/vaca, inmediatamente luego de los eventos de alimentación, observando que los animales destinaron el 51% del tiempo en descansar echadas, 29% para rumiar, 10% para comer, 4% para caminar, 4% permaneciendo de pie y 2% en otras actividades. Se observaron 6,1 interacciones afiliativas/vaca/hora (acicalamiento) y 0,95 interacciones agonísticas/vaca/hora. Concluyeron que con suficiente espacio y alimento los animales mantienen un ambiente con bajo estrés.

En bovinos de carne de varias razas en pastoreo Kilgour y col. (2012) observaron que el 51% del tiempo los animales lo pasaron pastoreando de pie, mientras que se observaron con frecuencia similar los comportamientos de descanso de pie (17,1%), de descanso echados (14,7%) y de caminar (13,8%). El resto del tiempo (5%) estaba dedicado a comportamientos más específicos, como realizando actividades de auto-acicalamiento, lamiendo a otros animales, realizando comportamientos agonísticos, bebiendo, orinando, defecando, montando o lamiendo objetos.

El comportamiento de rumia es importante para la digestión correcta, por lo que incluso observándose altos consumos de MS si la rumia no se realiza correctamente

no se observarán los resultados productivos esperados por la alta ingesta. Phillips y Hecheimi (1989) no encontraron diferencias en el tiempo de pastoreo para vacas de alta y baja producción, pero si encontraron que las de alta producción tenían mayor tiempo de rumia que las de baja producción. Los bovinos tienen preferencia a rumiar mientras están echados (Phillips y Leaver, 1986) por lo que es importante que el espacio disponible para echarse sea amplio y confortable, con agua de bebida y sombra disponible, para maximizar el tiempo dedicado a la rumia. O'Connell y col. (1989) observaron que las vacas en condiciones de amontonamiento dedicaban menor tiempo a echarse y consecuentemente a la rumia que si disponían de espacio suficiente.

En un estudio realizado en 12 corrales de Minnesota en bovinos de carne por Endres y Barberg (2007) observaron que los animales pasaban echados $9,34 \pm 1,94$ horas al día, con $11 \pm 3,2$ eventos de echarse, cada uno con una duración de $50,8 \pm 35,6$ minutos. Mientras avanzaba la lactancia también lo hacían el número de momentos al día que se echaban. La conducta de echarse o descanso es importante en vacas lecheras, no solamente como tiempo dedicado a la rumia, sino también porque se ha asociado el mayor tiempo de descanso al descenso de la incidencia de cojeras y al aumento de la circulación sanguínea en la ubre, maximizar el tiempo de descanso tiene fines productivos como aumentar la longevidad, disminuir los costos en salud y beneficiar el bienestar animal del rodeo. Según Botheras (2007) las vacas están altamente motivadas para echarse, incluso luego de períodos cortos de privación (2-4 horas). El autor reportó que las vacas tienen mayor motivación para echarse que para el consumo luego de que son privadas de realizar ambas conductas de manera simultánea.

En condiciones de pastoreo los bovinos y otros animales de tipo de vida gregario tienden a formar relaciones sociales intensas y complejas, lo cual trae también un costo en la alimentación dado por la competencia por recursos limitados. En estas condiciones los animales pasan la mayor parte de las horas luz realizando actividades de consumo o relacionadas al mismo, alternadas con actividades de rumia y descanso.

4- Factores que influyen y modifican el comportamiento en pastoreo

Se proponen una serie de factores que influyen sobre el comportamiento de consumo. Los factores endógenos incluyen las condiciones genéticas y fisiológicas de la especie, que pueden ser de tipo individual (raza, edad, sexo, período de lactancia, gestación, temperamento, experiencia, entre otros) y de tipo social (jerarquía, liderazgo). Los factores exógenos incluyen el ambiente físico (estación del año, clima, temperatura, humedad, vientos, fotoperiodo, características de la pastura) y el ambiente social (densidad de animales, área disponible de comederos, bebederos y sombra) (Hasegawa y col., 1997; Linnane y col., 2001).

Los factores exógenos influyen en el comportamiento de todo el rodeo, mientras que los factores fisiológicos o el temperamento alteran el consumo a nivel individual. Se debe tener en cuenta que los requerimientos metabólicos y de saciedad son factores internos que afectan el comportamiento de pastoreo. Los patrones de pastoreo son una función de la interacción de los cambios diarios y estacionales entre en el animal y el medio ambiente externo (O'Driscoll y col., 2010).

El consumo de alimentos está relacionado con el tiempo de pastoreo, con el número de bocado por unidad de tiempo (tasa) y el tamaño medio de cada bocado (Gregorini y col., 2006). Se calcula:

Consumo de pastura=bocados/tiempo*tamaño de bocado*tiempo de consumo

Debe haber un proceso de toma de decisiones por parte del animal para determinar la actividad de consumo que lleva a cabo en un momento dado, ya sea selección de las pasturas, tasa de bocado, tiempo de rumia y de descanso, entre otros (Gregorini y col., 2006). La alta ingesta de MS típicamente se relaciona con el alto tiempo de pastoreo o de la tasa de bocado, aunque Fuerst-Waltl y col. (1997) no encontraron relación entre el consumo de forraje y estos dos factores, por lo que sugieren que la alta ingesta de alimentos observada en algunos animales se debe al mayor tamaño de bocado. Phillips y Leaver (1986) observaron que el tamaño de bocado disminuye a medida que avanza el año, lo cual puede ser atribuido a la disminución de la altura, contenido en MS o digestibilidad de la pastura, observándose una disminución de la producción como consecuencia del menor consumo de MS.

Adicionalmente, el estado fisiológico y el medio ambiente influyen en las actividades de los animales, especialmente sobre la actividad de consumo. La influencia de los factores individuales, ambientales y sociales sobre el comportamiento será descripta a continuación.

4.1- Factores individuales

La etapa de gestación afecta el comportamiento en pastoreo, ya que la capacidad del rumen disminuye con la gestación avanzada (Burgstaller, 1986; citado por Fuerst-Waltl y col., 1997) y por lo tanto puede conducir a un cambio en el patrón de pastoreo al modificar el saciado del animal. Según Fuerst-Waltl y col. (1997) la etapa de la gestación tuvo una mayor influencia en la determinación del tiempo de pastoreo que la producción de leche o la genética en vacas Holstein. En este estudio se observaron comportamientos opuestos para vaquillonas y vacas al final de la gestación: las vacas pasaron más tiempo pastoreando y rumiando y menos

tiempo echadas, mientras que las vaquillonas se comportaron de manera contraria. En vaquillonas el espacio ocupado por el feto es mayor que en las vacas múltiparas y su consumo se pudo ver afectado de manera más estricta que en los animales adultos.

El estado de lactancia también afecta el consumo. DeVries y col. (2003) reportaron que la ingesta de MS es menor la primera semana de la lactancia y se incrementa progresivamente hasta aproximadamente las 9 semanas de lactancia, observándose un aumento proporcional del número de eventos de consumo por día. A partir de la segunda semana de lactancia los animales estabilizan su consumo. El pico de consumo se observa entre los meses 3er y 5to de lactancia (Leaver, 1985).

En general, se puede decir que las vacas lecheras son altamente susceptibles a los cambios metabólicos que se dan en el correr de su gestación y lactancia, y el comportamiento de consumo se ve afectado como consecuencia de estas modificaciones fisiológicas.

4.2- Fotoperíodo

Los bovinos tienen largos tiempos de consumo y de rumia por la naturaleza de su dieta y su gran capacidad ruminal (Hofmann, 1989; citado por Linnane y col., 2001). Al extender los períodos de ingesta durante todo el día las condiciones ruminales se estabilizan y se hace más eficiente la digestión de las fibras estructurales vegetales (Phillips y Hecheimi, 1989). En condiciones de pastoreo natural y en regiones templadas el ganado bovino muestra dos períodos mayores de consumo, en el amanecer y en el atardecer, de 4 horas de duración aproximadamente (Linnane y col., 2001; George y col., 2007; Kilgour y col., 2012). Lo mismo se observó en cabras (Solanki, 2000). Se observan también pequeños períodos de pastoreo a lo largo del día y durante la noche, pero en general el consumo forrajero disminuye durante la noche (O'Connell y col., 1989). La rumia se concentra en la noche pero también se dan importantes eventos de rumia durante el día entre los grandes períodos de consumo (Phillips y Leaver, 1986).

En vacas de leche ordeñadas dos veces al día se observan dos picos de consumo, ubicados directamente luego de los ordeños de la mañana y la tarde (O'Connell y col., 1989). Estos picos se explican por la motivación que representa una pastura fresca luego de un período de privación de alimento, que en el caso de vacas de leche es el ordeño (O'Driscoll y col., 2010).

La preferencia al consumo diario puede ser un mecanismo de defensa vestigial que refleja la necesidad de estar alerta durante el día (Gregorini y col., 2006) o como consecuencia de las dificultades para seleccionar pastura de calidad durante la noche. En días cortos se ha observado que los bovinos aumentan la tasa de bocado para aprovechar las horas-luz (Phillips y Schofield, 1989; citado por Linnane y col., 2001).

El comportamiento de pastoreo también puede estar relacionado con los cambios diurnos en la calidad de las pasturas. Los herbívoros prefieren los alimentos con alto contenido en macronutrientes, bajos en toxinas, que les sean familiares y tengan mayor digestibilidad (Provenza y col., 1998). La composición de las pasturas se

modifica a lo largo del día, siendo mayores los niveles de carbohidratos no estructurales en el atardecer, lo que aumenta la palatabilidad y la digestibilidad y podría explicar el pico de consumo observado al atardecer (Villalba y Provenza, 1999; citado por Linnane y col., 2001).

Por otra parte el alto consumo en el atardecer, en el que las pasturas son ricas en carbohidratos de fácil digestión, puede ser explicado por el metabolismo de la serotonina, que genera un estado de alerta en el animal. La serotonina se sintetiza a partir del aminoácido triptófano, mientras que la melatonina es un derivado de la serotonina. Los niveles de serotonina son altos en la glándula pineal durante las horas luz, pero disminuyen durante la noche ya que es cuando esta hormona es convertida en melatonina. La depleción de serotonina puede provocar en casos agudos los síntomas de letargia y ansiedad, por tal razón la serotonina es necesaria para mantener un estado de alerta y vigilancia. El triptófano circula en la sangre en baja concentración y en el cerebro es transformado a serotonina. El consumo de carbohidratos estimula la absorción de aminoácidos distintos al triptófano en las células, lo que aumenta la concentración de triptófano en sangre respecto al resto de los aminoácidos. Como el triptófano compite con otros aminoácidos para entrar al sistema nervioso central, se observa como consecuencia del consumo de carbohidratos una mayor síntesis de serotonina a partir del triptófano (Gregorini y col., 2006).

4.3- Factores ambientales

El comportamiento de los animales en el pastoreo es altamente influido por factores ambientales. El estudio de estos factores es importante para la comprensión del comportamiento animal y sus variaciones dependen de la influencia del clima, de la oferta forrajera, de cambios estacionales, entre otros. El principal factor ambiental que determina el comportamiento de pastoreo es la posición de la fuente de agua. Alrededor de esta fuente se define un campo de pastoreo donde se realizan el resto de las actividades de consumo, rumia y descanso. Los animales pueden tener memoria de las localidades de pastoreo, de forma que en repetidas visitas a un mismo lugar desarrollan estrategias que maximizan el consumo y reducen la acción de búsqueda y los movimientos en general (George y col., 2007).

En un estudio realizado por Hancock (1954) en vacas lecheras en pasturas mixtas de Nueva Zelanda se observó la actividad de los animales cada 15 días, cubriendo la totalidad del período de lactancia. El comportamiento se vio influido por los factores ambientales, que enmascararon la posible influencia del estado gestacional. Los factores ambientales más influyentes fueron los relacionados con el clima y la calidad y cantidad de pastura ofrecida. El comportamiento de reposo fue alterado por la acción de lluvias o vientos fuertes, causando que los animales dediquen menor tiempo a la rumia y a permanecer echados, y pasen más tiempo de pie. Lo mismo se observó en vacas Holstein por Fuerst-Waltl y col. (1997), en las que la acción de las lluvias produjo la reducción del consumo y el aumento de la actividad de estar de pie.

La regulación de la temperatura corporal en climas cálidos es importante en la producción bovina (Ericson, 2010), donde cobra mayor importancia la búsqueda de sombra. Sin embargo, representa tiempo improductivo ya que reduce el tiempo

dedicado al pastoreo. Adicionalmente, se observan modificaciones en el comportamiento de consumo provocadas por el estrés calórico, ya que cuando la temperatura es alta el consumo de alimento en el mediodía se reduce y aumenta el consumo de agua, mientras que en temperaturas cálidas el pastoreo está distribuido de manera más equitativa en las horas luz (George y col., 2007).

Se han reportado diferencias raciales en el estrés calórico sufrido por los bovinos, siendo las razas de origen tropical o cebuinas las más adaptadas a las altas temperaturas ambientales. Las razas más susceptibles al estrés calórico (británicas) aumentan su tiempo de pastoreo nocturno en detrimento del pastoreo diurno, aunque las horas totales de pastoreo son siempre menores que las de razas mejor adaptadas a los climas tropicales (Bennett y col., 1985).

La calidad y cantidad de la pastura influye sobre el comportamiento en el pastoreo. En el estudio realizado por Hancock (1954) se observó que el tiempo dedicado al pastoreo fue menor cuando la oferta forrajera era abundante y de buena calidad, mientras que los tiempos dedicados al pastoreo fueron de duración intermedia cuando la pastura ofrecida era de altura mediana y de buena calidad. El tiempo dedicado al pastoreo fue mayor cuando la oferta forrajera fue abundante y la calidad mediana, y fue máximo cuando la altura del forraje era baja sin importar la calidad del mismo. El tiempo dedicado a la rumia fue corto cuando las pasturas ofrecidas eran de buena calidad, sin importar la oferta forrajera. Un mayor tiempo de rumia se observó con buena oferta forrajera y calidad media de pastura, mientras que el tiempo fue máximo cuando la calidad de la pastura fue menor. Cuando las pasturas eran de calidad mixta las vacas mostraban mayor selección, lo que generaba que el tiempo dedicado al pastoreo fuera mayor.

4.4- Factores sociales

El liderazgo es un comportamiento social que muchas veces resulta en la actividad sincronizada de los bovinos. Los rodeos de vacas normalmente se comportan como una unidad, en la que la mayoría de los miembros realizan el mismo comportamiento de manera simultánea. Hay siempre un animal que inicia el cambio de actividad, que es seguido por los otros, y se considera el líder del rodeo. Generalmente son las vacas más viejas las que lideran los rodeos, que no están ni en el tope ni el fondo de la jerarquía social (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007). Arave y Albright (1976) observaron que en el movimiento voluntario generalmente las vacas de rangos intermedios son las que están al frente del grupo. Esto se relaciona a que los rodeos bovinos tienen una formación originalmente matriarcal. El comportamiento de liderazgo no incluye comportamiento agonístico, pero su comprensión es de utilidad para el manejo del ganado en las pasturas, particularmente en la conducción del rodeo a nuevas áreas de pastoreo (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007).

Otros autores como Šárová y col. (2010) encontraron que los animales de alto rango son los que condicionan y determinan el movimiento del rodeo, ya que la reacción de los animales de bajo rango social es a distanciarse de los de mayor rango, y la direccionalidad de movimientos de éstos animales termina determinando la dirección general del rodeo.

El otro factor que determina el comportamiento en pastoreo es la jerarquía social, que siendo el objeto de esta revisión será descrito con mayor detalle en el capítulo siguiente.

5- Jerarquía social

En una población la jerarquía social define relaciones de dominancia y sometimiento entre los animales y sus efectos funcionales y estructurales son motivo de estudio (Hemelrijk, 2000; Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007).

Se define la dominancia como la relación entre dos animales en la cual uno de ellos, el dominante, tiene prioridad en el acceso a algún recurso en una situación de competencia (Kaufmann, 1983; citado por Barroso y col., 2000). Esta relación se basa en el mutuo acuerdo, ya sea por reconocimiento individual, exhibición de comportamientos rituales, o por agresión directa.

5.1- Competencia

La jerarquía social se basa en la competencia por el acceso a recursos limitados, como el alimento, agua y sombra. La disponibilidad de alimento en las pasturas es variable según la estación del año y el comportamiento agonista se ve claramente influido por la cantidad y calidad de la pastura ofrecida. La estructura social puede no ser claramente observable cuando los recursos son abundantes. Sin embargo, la ausencia de comportamiento agonístico entre los animales de un rodeo no significa que no exista una estructura social. Cuando los recursos son abundantes los animales de un rodeo se alimentan y descansan juntos, observándose menos agresiones de los animales dominantes sobre los subordinados (Sowell y col., 1999).

En un estudio realizado en cabras en pastoreo por Barroso y col. (2000) se observó que las agresiones aumentaron cuando los potreros eran pequeños, cuando los animales estaban amontonados en un espacio reducido, y cuando la pastura era de menor calidad. En bovinos de leche Tucker y col. (2004) y Fregonesi y col. (2007) observaron que los animales pasan más tiempo parados en corrales pequeños, pero se echan durante más tiempo si los corrales tienen espacio suficiente.

Sin embargo, aún en sobreoferta de los recursos de consumo los comportamientos agonísticos se mantienen, aunque en menor frecuencia. Esto se explica porque en animales gregarios el espacio físico pasa a ser un recurso limitado y los animales de alto rango lo defienden agresivamente cuando otros individuos ocupan su espacio (Craig, 1986).

En rodeos criados extensivamente los bovinos se mantienen agrupados a pesar de tener suficiente espacio, ya que tienen un modo de vida gregario. Los rodeos definen un espacio de vida, que es el área en la que los animales desenvuelven todas sus actividades. En este contexto el espacio de vida puede ser encarado como el sustrato de interacción para el animal, donde mantienen todas sus relaciones con el ambiente, incluso las sociales. De manera general, estas áreas

son de dimensión variable, dependiendo de la disponibilidad de los recursos y de la presión ambiental (clima, predadores, etc.). A su vez esta área puede subdividirse según su uso en áreas para descanso o alimentación, entre otras. Cuando estas áreas son defendidas de manera activa pasan a denominarse territorios. Los bovinos se caracterizan por presentar un patrón de uso del espacio en el que comparten las áreas de vida con tolerancia mutua, por lo que no se consideran animales esencialmente territoriales (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007).

Sin embargo, los bovinos defienden un espacio individual, no considerado territorio, porque no es fijo sino que está localizado en el lugar en que el animal desarrolla sus actividades. El espacio individual es el espacio físico que el animal necesita para realizar los movimientos básicos y el espacio social que determina una distancia mínima entre el animal y los demás miembros del grupo. La distancia de fuga es la mínima distancia que se permite la cercanía de un predador o de un animal dominante, antes de realizar el comportamiento de fuga o de agresión (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007).

El tamaño del espacio individual varía según la edad, tamaño, sexo y rango social del animal y puede reducirse o desaparecer completamente en condiciones como el descanso, en clima frío, durante apareamiento y el amamantamiento (Craig, 1986). Se considera que existe un espacio óptimo entre los individuos del rodeo, cuya magnitud está determinada principalmente por el tamaño del grupo (Rind y Phillips, 1999). Estos autores observaron el comportamiento en pastoreo de grupos de 4, 8 y 16 vacas de leche. Reportaron que los grupos de 4 animales se mantenían cercanos a su vecino inmediato, movían su cabeza hacia los lados mientras pastoreaban y pasaban más tiempo rumiando que las vacas de grupos más grandes, lo que sugiere que estaban más pendientes de la posible aparición de predadores. Los animales en grupos de 16 eran más agresivos, mantenían una mayor distancia de su vecino inmediato, caminaban mientras pastoreaban y dedicaron mayor tiempo al auto acicalamiento, lo que puede indicar un mayor nivel de estrés por el aumento de la competencia. Los grupos de 8 vacas tuvieron una mayor tasa de bocado al pastorear que los otros grupos y pasaron más tiempo echadas, por lo que los autores concluyen que estos grupos fueron de tamaño óptimo en las condiciones estudiadas.

En condiciones de sobrepoblación los animales interfieren en el espacio personal mutuo, lo que resulta en el aumento de las interacciones agonísticas y del estrés social (Kondo y col., 1984). Similarmente, si los rodeos son muy grandes los animales pueden tener dificultad en memorizar el estatus social de todos los miembros, lo que también aumenta las interacciones agonísticas entre ellos (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007).

Kondo y col. (1989) reportaron que la distancia entre vacas Holstein de 2 a 12 años aumentó a medida que el grupo disminuía de tamaño. Esto se dio hasta un máximo de 360 m² por animal aproximadamente, a partir de lo cual la distancia media entre animales fue de 10 a 12 metros y se mantuvo constante.

Se considera el tamaño ideal de un rodeo aquel en el que se mantiene la estructura social. El tamaño de rodeo es menor en condiciones de crianza intensiva que en condiciones extensivas, y depende de factores como docilidad, raza, edad, sexo y homogeneidad del grupo. Los rodeos de 150 vacas son comunes, pero por

conveniencia de manejo se recomiendan rodeos de hasta 100 animales. En rodeos más grandes se pueden observar señales de estrés en los animales, se ha observado que en rodeos de más de 200 vacas lecheras aumenta la incidencia de laminitis (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007).

5.2- Comportamiento agonístico

Se ha encontrado una relación entre el alto rango social y la agresión. Por un lado, los animales de alto rango tienen mayor acceso a los recursos por lo que los individuos aprovechan todas las oportunidades para subir en su posición jerárquica aumentando su comportamiento agresivo. Por el otro, la estructura de jerarquía social provoca que se reduzcan los costos asociados a la agresión por lo que los animales evitan los conflictos una vez que la estructura social de la población se establece o estabiliza (Hemelrijk, 2000). Por tanto, a pesar de que se relaciona el comportamiento dominante a la agresión directa, se considera que el sometimiento pasivo y la acción de evitar peleas son indicadores de relaciones sociales estables, mientras que las peleas son indicadores de un rango social en disputa (Rowell, 1966, citado por Barroso y col., 2000).

Los modelos utilizados describen dos mecanismos en el establecimiento de la estructura jerárquica de los rodeos bovinos. Al principio los animales buscan subir de rango social iniciando peleas. Algunos individuos muestran una actitud de ataque obligado, sin reparar en los riesgos de la pelea. Otros individuos son sensibles a los riesgos y solamente atacan cuando la posibilidad de ganar es alta. En una segunda instancia, una vez establecida una estructura social más o menos dinámica, la agresión general disminuye y los animales de alto rango social tienen actitudes agresivas con el único objeto de mantenerse en su rango social, sin intención de aumentar de rango, para no desperdiciar energía en la lucha (Hemelrijk, 2000).

Kondo y Hurnik (1990) describen que el comportamiento agonístico exhibido entre los animales puede darse con o sin contacto físico. Entre las actitudes que incluyen contacto físico se observan peleas, topadas, empujones, cornadas, mientras que el comportamiento agonístico sin contacto físico puede exhibirse en forma de amenazas, persecución y fuga, entre otros.

En bovinos el establecimiento de la estructura social jerárquica es la razón principal para la embestida entre vacas (Potter y Broom, 1987; citado por Phillips y Rind, 2002). Sin embargo, muchas peleas entre animales alcanzan un grado de ritualismo en el que no son necesarias las agresiones directas entre animales. Los individuos reconocen a los animales dominantes, por lo que este reconocimiento es un carácter más que determina el resultado del conflicto (Hemelrijk, 2000). En algunos modelos animales se considera que los individuos reconocen la identidad del oponente al recordar encuentros pasados, en la percepción de la dominancia basada en la memoria, como se ha encontrado en primates (Karavanich y Atema, 1998; citado por Hemelrijk, 2000). No todas las especies pueden reconocer individuos, por lo que expresan la dominancia mediante expresiones corporales o emisión de feromonas en insectos (Drews, 1993; citado por Hemelrijk, 2000).

En rodeos bovinos de tamaño medio (n=32) el establecimiento del nivel jerárquico se realiza rápidamente, por lo que en un espacio de 48 h los animales de bajo rango

están condicionados a reconocer las señales de amenaza de los animales dominantes y responden de manera adecuada, sin necesidad de una agresión física (Kondo y Hurnik, 1990).

Kondo y Hurnik (1990) observaron que la relación entre las interacciones agonísticas con contacto directo y sin contacto directo se modifica con el tiempo. Se observó que luego de las 48 h de la formación del rodeo los encuentros físicos se redujeron un 38-40%, mientras que en el mismo intervalo las interacciones agonísticas no físicas aumentaron un 60-61%. Bennett y Holmes (1987) observaron que al juntar 18 novillos jóvenes sin previo contacto social la estructura social se estableció rápidamente luego del reconocimiento inicial, siendo el comportamiento agonístico observado en mayor frecuencia al principio del ensayo cuando se juntaron por primera vez.

5.3- Estructura jerárquica

Las propiedades clásicas de la dominancia social son la asimetría y la transitividad. La asimetría se refiere a que las agresiones son unidireccionales, mientras que transitividad o la linealidad jerárquica indica que si $A > B$ y $B > C$, entonces $A > C$ (Šárová y col., 2010). En grupos pequeños, con animales del mismo sexo y tamaño, la estructura social frecuentemente es lineal o próxima a lineal, como reportada por Schein (1954; citado por Arave y Albright, 1976). Sin embargo, Beilharz y col. (1966) observaron relaciones triangulares y complejas y una separación en subgrupos, lo cual típicamente se observa en grupos mayores de animales (Craig, 1986). También se han observado comportamientos agonísticos bidireccionales, en los que ambos animales inician la agresión, o relaciones de dominancia intransitivas, en las que $A > B$ y $B > C$ pero $C > A$ (Reinhardt y Reinhardt, 1975; citado por Val-Laillet y col., 2008a). Por lo tanto, las propiedades clásicas del rango jerárquico están siendo cuestionadas para la determinación del orden jerárquico de los rodeos, comenzándose a asignar el rango a los individuos según el total de los encuentros antagonísticos (Honorato y col., 2009).

Las vacas de alto rango son libres de moverse a donde quieran, sin necesidad de evitar a los otros animales en su movimiento, mientras que las de bajo rango tienden a evitarlas y evadirlas (Šárová y col., 2010). Animales de alto rango pueden realizar sus movimientos sin obstáculos sociales, mientras que los animales subordinados necesitan evitar a los dominantes, por lo que su trayectoria será menos recta y se verán obligados a recorrer distancias más largas (Rands y col., 2006; citado por Šárová y col., 2010). Esta direccionalidad de los movimientos de las vacas de alto rango puede ser un buen predictor de la dirección general del rodeo, por lo que estos animales pueden tomar un papel de liderazgo en el rodeo (Šárová y col., 2010).

Para evitar choques y ataques los animales de bajo rango permanecen en la periferia y/o en la parte trasera de un grupo en movimiento, lo que resultaría en que los animales de alto rango van a estar en el centro y/o frente al grupo. Esta estructura social circular se establece por la acción de fuerzas centrífugas ejercidas por los animales de alto rango sobre los de menor rango (Hemelrijk, 2000). Las vacas de bajo rango podrían tratar de obtener un mejor pastoreo lejos del resto del

rodeo, pero esto sería contrarrestado por las fuerzas que estimulan a las vacas a permanecer juntas para la protección (Phillips y Rind, 2002).

Val-Laillet y col. (2008b) constataron que los animales valoran diferentes recursos de manera desigual, lo que puede deberse a la existencia de diferentes estrategias o grados de motivación para utilizar los recursos disponibles por los animales. En su estudio observaron que no había relación entre los animales que tenían acceso preferencial al comedero y los que tenían acceso a lugares de reposo u otros recursos limitados, es decir, los animales competían para el acceso a algunos recursos en particular, que eran favorecidos de manera desigual por los distintos individuos.

Variedad de autores han propuesto el cálculo de índices de dominancia según distintos criterios. Algunos como Galindo y Boom (2000; citado por Val-Laillet y col., 2008a) han propuesto un índice basado en el número de encuentros agonísticos en que un animal gana o pierde sin importar la identidad del individuo provocado, por lo que no se considera el estado de dominancia-sometimiento del par de animales. Otros como DeVries y col. (2004) usaron un índice basado en la identidad de los dominantes y los subordinados, sin registrar la frecuencia con que se dan los encuentros agonísticos. Kondo y Hurnik (1990) aplicaron una combinación de los dos métodos. Una comparación de los índices de dominancia realizada en aves de corral por Bayly y col. (2006; citado por Val-Laillet y col., 2008a) sugiere que si las relaciones sociales son lineales el uso de los distintos índices lleva a las mismas conclusiones en la determinación de la jerarquía social de un rodeo, pero cuando la jerarquía no es lineal, como se ha reportado en bovinos (Beilharz y col., 1966; Craig, 1986) el uso de los distintos índices puede dar lugar a contradicciones. Se propone que esto puede ser una razón de los resultados variables reportados en el estudio de las interacciones agonísticas en bovinos. En un estudio realizado por Val-Laillet y col. (2008a) se compararon los 3 índices antes descritos en su efectividad para describir la jerarquía de un rodeo y se encontró que están altamente correlacionados, aunque tienen diferencias pequeñas que pueden afectar el orden jerárquico resultante.

5.4- Factores que determinan la estructura jerárquica

Algunos autores proponen que la dominancia es heredable. Beilharz y col. (1966) reportaron una heredabilidad de 0,4 en un estudio en gemelos Holstein de un único rodeo, mientras que Dickson y col. (1970) la estimaron en 0,13 en la misma raza estudiando 27 rodeos (n=1017). Sin embargo, otros sostienen que la dominancia está determinada por el contexto social y el orden en que se introducen nuevos individuos al grupo (Hemelrijk, 2000). La introducción de nuevos animales o la remoción de miembros de un rodeo con una estructura jerárquica establecida generan cambios en las relaciones de dominancia y subordinación, con consecuencias productivas (representadas por pérdida de producción lechera) mayores para los animales de alto rango que para los de rango bajo o intermedio (Arave y Albright, 1976).

Los modelos utilizados para el estudio de la dominancia se basan en el uso de gemelos idénticos con la misma tendencia a ganar y las subsecuentes diferencias

de rango social alcanzadas por estos gemelos se explican a las sucesivas experiencias de agresión y sometimiento (Hemelrijk, 2000).

La experiencia es una determinante importante del rango social que ocuparán los animales. Se ha observado que animales criados desde terneros en grupo son más adaptables a la estructura social de un rodeo y ocupan de manera consistente rangos mayores que los terneros criados en solitario, más aún cuando éstos no tienen contacto visual con otros animales (Færevik y col., 2006). Resultados similares se han observado para los terneros que son criados con su madre, que ocupan rangos más altos que aquellos que son separados de la madre a edades tempranas. La normativa de bienestar animal de la Unión Europea exige que los terneros mayores a 8 semanas de edad se críen en grupos para favorecer el desarrollo del comportamiento natural (Bøe y Færevik, 2003).

Adicionalmente, se ha observado que la estructura social de un rodeo se establece más rápidamente y con menor proporción de contactos directos entre sí cuando los animales integrantes son de mayor edad que en grupos más jóvenes, lo que refuerza la importancia de la experiencia previa en la estabilización de una estructura social (Craig, 1986).

Factores inherentes a los animales también son determinantes de su posición jerárquica. El tamaño y la edad están directamente relacionados con la dominancia de los individuos. Beilharz y col. (1966) observaron una correlación positiva y significativa en un estudio con bovinos Holstein entre peso y dominancia, lo mismo que Val-Laillet y col. (2008a) en la misma raza, mientras que Dickson y col. (1970) estimaron una correlación de 0,21 entre dominancia y edad, y de 0,19 con peso corporal también en rodeos de raza Holstein. En British Friesian, Phillips y Rind (2002) estimaron una correlación de 0,40 con peso vivo, pero no encontraron correlación entre dominancia y grasa corporal, por lo que la relación entre ambas características no está determinada por la cantidad de reservas sino por el tamaño del animal. Barroso y col. (2000) reportaron que las cabras de mayor rango en el rebaño estudiado eran más grandes y más viejas. También encontraron que las cabras con cuerno serán de mayor rango jerárquico que las mochas.

Se encontró un componente racial que determina la agresividad de los animales. Jezierski y Podluzny (1985) compararon el comportamiento de la raza Polish Black and White con sus cruza con la raza Jersey, Ayrshire, Holstein y Swedish Black and White, siendo la crusa con Jersey la más agresiva y la más susceptible al estrés social, mientras que la crusa con Ayrshire fue la de mayor rango. La raza pura se mostró más subordinada y calma en comparación con sus cruza. En estudios similares se observó que vaquillonas de raza Salers fueron dominantes sobre vaquillonas de raza Holando (Paranhos da Costa y Costa-e-Silva, 2007), y que las vacas de raza Angus fueron dominantes sobre las vacas Shorthorn y ambas razas fueron dominantes sobre la Hereford (Sowell y col., 1999). La homogeneidad racial es importante en la formación de lotes, para evitar estas relaciones jerárquicas que causan estrés social.

Arave y Albright (1976) observaron en bovinos de leche una correlación baja pero significativa entre dominancia y estado de lactación, es decir, que las vacas de mayor rango eran las de lactancia más tardía. Lo mismo observaron Phillips y Rind (2002) en vacas British Friesian, reportando una correlación de 0,21 entre número

de lactancias y dominancia. Las vacas en celo muestran mayor agresividad que durante el resto del ciclo estral. Respecto al estado gestacional, los animales preñados son menos agresivos, ya que se observaron menor cantidad de interacciones agresivas cuando se agruparon animales desconocidos en el tercer trimestre de gestación que en otros momentos del ciclo (Bøe y Færevik, 2003).

6- Efectos de la jerarquía sobre la producción

Los efectos de la jerarquía sobre el consumo no han sido tan estudiados como los efectos de los factores ambientales, el fotoperíodo, factores fisiológicos, entre otros. Sin embargo, se ha identificado que la jerarquía es un factor de gran importancia, especialmente cuando se desea maximizar el consumo de MS. Animales de distinto rango jerárquico tienen diferente comportamiento de consumo en pastoreo y en comederos, y consecuentemente se han reportado diferencias productivas entre animales de alto y bajo rango social.

6.1- Diferencias de comportamiento en pastoreo según rango jerárquico

Los sistemas pastoriles deben considerar el comportamiento social del ganado para ser eficaces (Sowell y col., 1999), teniendo en cuenta que la prioridad de acceso a la mejor pastura puede depender de la jerarquía del rebaño (Phillips y Rind, 2002). Los animales de alto rango social tienen prioridad en el acceso al alimento, refugio y agua (Broom y Leaver, 1978; Bennett y Holmes, 1987).

En la situación de pastoreo, el espacio adecuado está asegurado, aunque como la prioridad de acceso a mejor pasto está dada por la jerarquía del rodeo se ha encontrado ocasionalmente que las vacas dominantes producen más leche que las vacas subordinadas en los sistemas pastoriles (Reinhardt, 1973).

Animales de bajo rango son obligados a trasladarse a las zonas de menor calidad de pastura o esperar su turno hasta que los animales más dominantes salgan de la zona (Sowell y col., 1999). Adicionalmente pueden tener un menor acceso a recursos tales como alimentos, lugares de descanso, sombra y apareamiento y presentan inhibición general de la actividad, mientras que los animales de alto rango tienen acceso a los recursos limitados (Sowell y col., 1999; Barroso y col., 2000).

Se describen modificaciones en el comportamiento alimenticio de los animales de bajo rango en pastoreo frente a la identidad de los animales en la vecindad. Los animales de bajo rango se alejan de los de alto rango, deteniendo su actividad de consumo, o disminuyen la frecuencia de bocado a medida que el dominante se acerca. En condiciones de pastoreo esta forma de interferencia pasiva puede ser muy importante al determinar las diferencias de consumo entre animales de alto y bajo rango (Sowell y col., 1999; Šárová y col., 2010).

Bennett y Holmes (1987) señalan que en pastoreo los recursos limitantes son a menudo irregulares, como en tiempo de sequía, por lo que el efecto de dominancia puede ser exacerbado de manera impredecible, con el resultado de que los animales subordinados son los más penalizados. Por ello se puede plantear una

estrategia de manejo para mejorar la producción dividiendo grandes rodeos en momentos en que los recursos son limitados.

Hasegawa y col. (1997) encontraron que los animales de bajo rango pasan más tiempo dedicados al consumo de alimento y sugieren que se debe a la necesidad de alcanzar los niveles de MS necesarios para la producción, ya que su comportamiento alimenticio es alterado de manera más seguida por las agresiones de los animales de alto rango. Lo mismo encontraron Phillips y Rind (2002) en vacas Holstein, en las que la dominancia estuvo correlacionada negativamente con el tiempo de pastoreo. Los autores proponen que los animales de alto rango deben pasar más tiempo y gastar más energía en mantener su posición social en condiciones de pastoreo altamente competitivas. Lo mismo proponen Barroso y col. (2000), ya que las cabras dominantes gastan tiempo y energía en la protección de su suministro de alimentos, de tal manera que su consumo no siempre es mucho mayor que el de las subordinadas, por lo que destaca la importancia de la gestión del pastoreo en el bienestar y la producción de los animales.

La velocidad de rumia también es un elemento que puede generar diferencias productivas entre animales de alto y bajo rango, porque determina el aprovechamiento real de las pasturas. Phillips y Rind (2002) indicaron que la velocidad de masticación durante la rumia es similar entre las vacas de alto y bajo rango, pero se observaron diferencias en los períodos de regurgitación, los que fueron mayores en las vacas de alto rango. Esto indica que cada bolo permaneció más tiempo en el rumen que en las de bajo rango. La rumia es una actividad bajo control voluntario y puede ser un indicador de un estado relajado, por lo que las regurgitaciones frecuentes observadas en las vacas de bajo rango pueden indicar un estado de nerviosismo, que termina generando una digestión ruminal menos efectiva.

Vacas de alto rango social producen más leche que las vacas de bajo rango, probablemente porque tienen acceso preferencial a recursos alimenticios como el agua y el alimento. Arave y Albright (1976) encontraron una baja pero significativa correlación entre la dominancia y la producción de leche, lo mismo que Val-Laillet y col. (2008a) en vacas Holstein. En este último estudio los autores no encontraron relación entre la jerarquía y el tiempo pasado en el comedero, pero si reportaron que las vacas de alto rango acceden antes al comedero y tienen la oportunidad de seleccionar el mejor alimento.

6.2- Diferencias de comportamiento en comederos según rango jerárquico

En la suplementación la estructura social tiene también un papel importante. Las vacas subordinadas pasan menos tiempo en los comederos, más tiempo esperando de pie en las cercanías de los mismos, se retiran de los comederos y ganan menos peso que vacas de mayor rango (Sowell y col., 1999)

Friend y Polan (1974) estudiaron el comportamiento de consumo de 21 vacas Holstein y encontraron que las vacas de alto rango ocupaban comederos cercanos a vacas de rango similar. El tiempo que pasaron consumiendo varió entre 2,9 y 4,7 horas/día, siendo menor el tiempo de consumo de las vacas de rango intermedio.

Los autores propusieron que en este rodeo la estructura social no fue un predictor de consumo y que las vacas no seguían un comportamiento agonístico clásico sino que eran motivadas por las demandas fisiológicas, por lo que las altas productoras llegaban a los comederos mediante persistencia antes que agresión.

El espacio disponible para comederos, bebederos y sombra es determinante del consumo y del nivel de agresividad. DeVries y col. (2004) observaron que las interacciones agonísticas se redujeron un 57% al pasar de disponer 0,5 m a 1 m de comedero por animal. González y col. (2008) realizaron un ensayo con grupos de 2, 4 y 8 terneras Friesian por comedero, y observaron importantes cambios a medida que la competencia aumentaba. En los grupos de 8 terneras por comedero se observó que la variabilidad de peso entre animales aumentó, el consumo total de MS disminuyó, la frecuencia de bocado aumentó, el tiempo que pasaban echados disminuyó y el tiempo de pie aumentó con respecto a los grupos de 2 terneras por comedero.

Se propone que el aumento de la disponibilidad de espacio de comederos es una medida de manejo importante que favorece el consumo del rodeo, especialmente de las vacas de bajo rango, que son las más afectadas cuando el espacio de comederos es menor (DeVries y col., 2004). Se recomienda que cada bovino debe disponer de 0,6 m de espacio de comedero para que todos los animales puedan alimentarse simultáneamente (Grant y Albright, 2001; citado por Huzzey y col., 2006).

Sin embargo, no todos los autores están de acuerdo con que un mayor espacio de comedero resulta en menores contactos agonísticos. Greter y col. (2011) no observaron diferencias en las agresiones, el consumo o la productividad en comederos con 0,34 ó 0,68 m/animal. En bovinos de carne se observaron menor cantidad de agresiones e interacciones agonísticas cuando los animales disponían de 91 cm/animal de espacio de comedero, en lugar de 180 cm/animal. Con un menor espacio de comedero los animales están imposibilitados de pelear sin retirarse del comedero, por lo que menos animales son echados del mismo. Cuando disponen de espacio excesivo las vacas de mayor rango echan a las otras y pasan más tiempo peleando que alimentándose (Sowell y col., 1999).

El consumo excesivo de las vacas de alto rango en suplementación de auto-consumo puede evitarse aumentando la competencia entre este grupo de animales, ya sea reduciendo el espacio disponible de comederos o limitando la cantidad de suplemento ofrecido. El bajo consumo observado en animales jóvenes y de bajo rango puede evitarse ofreciendo suplementación en las áreas abiertas de pastoreo, lo que reduce las chances de que los animales de mayor rango los saquen del comedero (Sowell y col., 1999).

Cuando el espacio de comederos es limitado el aumento de la competencia entre vacas puede causar que los animales de bajo rango alteren sus tiempos de consumo para evitar los ataques de las de alto rango (Miller y Wood-Gush, 1991; citado por DeVries y col., 2004). Las vacas de rango bajo se ven imposibilitadas de acceder a los comederos durante el pico de consumo, por lo que pueden reducir su consumo total de MS y aumentar la tasa de bocado, siendo susceptibles a patologías como desplazamiento de abomaso y acidosis ruminal (Shaver, 2002; citado por DeVries y col., 2004).

El momento en que se ofrece la comida está asociado al aumento de la actividad y de las agresiones entre animales (Jezierski y Podlužny, 1984; citado por Phillips y Rind, 2001b). Cuando son alimentadas una vez al día el evento es anticipado por las vacas, pero ellas no son capaces de anticipar la oferta de alimento en un intervalo mayor a 26 h, por lo que la alimentación en días alternos reduce la anticipación, aumenta la ingesta de concentrados y el tiempo de consumo y consecuentemente aumenta la producción (Phillips y Rind, 2001b).

6.3- Consecuencias sanitarias de las diferencias jerárquicas

Los efectos del consumo alterado, la reducción del tiempo de reposo, el aumento de la agresión y de los niveles de estrés causados por la competencia tienen consecuencias negativas sobre la performance y el bienestar animal (González y col., 2008). Arave y Albright (1976) encontraron una correlación baja y negativa entre la concentración de prolactina y la dominancia, lo que puede ser consecuencia del estrés que sufren las subordinadas.

El efecto del estrés social luego de los cambios grupales puede afectar a todo el rodeo. Jezierski y Podlužny (1985) observaron que la producción total del rodeo disminuyó en un 4% luego de que se alterara la estructura social.

González y col. (2008) encontraron que un mayor grado de competencia en comederos provocó el aumento de la incidencia de abscesos hepáticos, disminuyó el pH ruminal y aumentó el lactato ruminal en todo el rodeo. Se pudo observar que la competencia entre los animales es un factor de riesgo para el desarrollo de acidosis ruminal subclínica y para algunos de sus secuelas, como los abscesos hepáticos.

6.4- Medidas de manejo

Muchos productores han utilizado rutinariamente conocimientos de las estructuras y jerarquías sociales, separando animales según rango social para mejorar el beneficio en los casos de suplementación en comederos (Sowell y col., 1999) o mediante la utilización de barreras que impiden el acceso directo a los comederos (Huzzey y col., 2006). Se ha observado que la separación de animales en lotes según rango social, o el aumento del espacio de comederos son medidas de manejo que reducen el nivel de agresividad en el momento de la suplementación (Bøe y Færevik, 2003). Esto habitualmente no sucede con la producción a pastoreo, por lo que la implementación de medidas de manejo que reduzcan la agresión podría traer beneficios mejorando el consumo de animales de bajo rango, como sucede en el caso de suplementación en comederos.

Se proponen distintas medidas de manejo para los bovinos en pastoreo aprovechando la estructura social. Puede ser posible realizar el movimiento tranquilo de un rodeo hacia el lugar que se desea pastorear, no mediante la remoción de los animales sino mediante el traslado tranquilo de un subgrupo del rodeo hacia el lugar deseado. Preferentemente se debe trasladar el ganado cuando esté sediento, ya que al llegar al nuevo lugar de pastoreo irán a la fuente de agua y de ahí aprovecharán el nuevo ambiente. El resto del ganado seguirá a prudente

distancia al grupo trasladado. De otra manera, la tendencia del ganado es a volver a su lugar de pastoreo original. Una vez en el lugar de pastoreo se recomienda esperar 30 min a 2 h hasta que los animales se establezcan. Otra medida de manejo es la remoción de los animales individualistas o demasiado agresivos que no responden al manejo del grupo (Sowell y col., 1999).

De ser posible, el ganado de un rodeo debería ser separado en grupos de edad y condición corporal similar; esto reducirá el consumo excesivo de los animales más pesados, de más edad y mayor rango social (Sowell y col., 1999). En producciones de tambo la separación de las vacas en transición y en el postparto inmediato del rodeo general para su alimentación puede ser una medida de manejo posible para evitar que en esta categoría se reduzca su consumo de MS y se vea afectada por patologías metabólicas. Proudfoot y col. (2009) observaron que vacas multíparas en el postparto en un estado de competencia consumían un 28% menos que sin competencia (un comedero por animal). Adicionalmente, se observó que estas vacas también pasaban más tiempo de pie sin alimentarse que en condiciones sin competencia, lo que a su vez es un factor predisponente para el desarrollo de laminitis y otras patologías de pie.

La introducción de animales extraños en un rodeo con la estructura establecida puede causar un aumento en la agresión general y en el estrés del rodeo, especialmente entre los animales de bajo rango, observándose también consecuencias productivas como la reducción de la producción de leche, del consumo y de la ganancia de peso (Hasegawa y col., 1997; Bøe y Færevik, 2003). El acostumbamiento de los animales al nuevo grupo se da en las primeras dos semanas luego de la reintroducción. Se pueden tomar una serie de medidas de manejo para reducir el impacto del reagrupamiento, como asegurar un contacto social temprano de los terneros, disponer de suficiente espacio de movimiento en los corrales, comederos y bebederos, emparejar los grupos lo más posible en edad y peso, añadir animales en subgrupos parejos, entre otras (Bøe y Færevik, 2003).

En rodeos lecheros es común encontrar problemas de agresividad cuando ingresan vaquillonas de primera lactancia al rodeo general, encontrándose en esta categoría disminución del consumo en comederos y bebederos y mayor cantidad de cortisol en plasma hasta una semana después de su introducción. Es conveniente manejar de manera separada vaquillonas de vacas, como se realiza en rodeos grandes, o ir acostumbrando a las vaquillonas a la población general, ingresándolas a partir de los 5 meses de edad, a una edad en la que serán aceptadas por las vacas sin agresiones extremas (Bøe y Færevik, 2003). Phillips y Rind (2001a) observaron efectos adversos en ambas categorías cuando se manejan mezcladas, que se deben a los mayores tiempos que pasan de pie y a la reducción del consumo.

Phillips y Rind (2002) observaron que vacas de alto rango social suplementadas con heno produjeron más leche cuando se encontraban separadas de vacas de bajo rango, y que ambos grupos al permanecer separados ganaron más peso y se echaron durante más tiempo, lo que puede indicar que la separación de los dos grupos disminuyó la tensión del rodeo. Sin embargo, cuando estuvieron solamente en pastoreo, sin suplementación adicional con heno, las vacas de alto rango produjeron más leche y tenían una mayor tasa de bocado cuando estaban junto a las de bajo rango, lo que es reflejo de la motivación competitiva que ejerce la presencia de las de bajo rango sobre las vacas de alto rango. Esto sugiere que la

producción de ambos grupos, de alto y de bajo rango, puede aumentar si se separan los grupos al ofertar forraje en comederos, mientras que no hay beneficio en esta separación en el caso que los animales pasen en la pastura todo el día.

Sin embargo, la mayor parte de los estudios de comportamiento se han realizado con los rodeos bovinos como unidad de observación, por lo que el comportamiento de animales de alto y bajo rango por separado no ha sido lo suficientemente estudiado. En este ensayo se separan los animales de alto y de bajo rango en dos potreros independiente para evaluar si su comportamiento difiere a pesar de que no haya interacción.

HIPÓTESIS

- Los animales de bajo rango dedican más tiempo al consumo que los de alto rango en condiciones de pastoreo.
- Los animales de alto rango dedican más tiempo a la rumia que los de bajo rango.
- En condiciones de pastoreo la mayor parte del tiempo (en las horas luz) los animales lo dedican a realizar actividades relacionadas a la alimentación (consumo y rumia).
- Se observa una relación entre las actividades de echarse y de rumia.

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar el comportamiento en pastoreo de vacas lecheras de alto y bajo rango social en una situación en la que no puedan interactuar entre sí.

Objetivos particulares

- Evaluar el comportamiento alimenticio de un grupo de vacas lecheras de alto rango y bajo rango en condiciones de pastoreo.
- Evaluar las actividades (caminando, echarse, paradas) de un grupo de vacas lecheras de alto y bajo rango en condiciones de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales utilizados

El experimento se realizó en el mes de marzo del 2011 en el Campo Experimental N°2 (Libertad, San José) donde la Facultad de Veterinaria posee bovinos de leche de las razas Holando, Jersey y sus cruza. En el establecimiento se trabajó bajo un sistema lechero tradicional, de manejo nutricional mixto, en base pastoril con suplementación. Los ordeños se realizaron dos veces al día, a partir de la hora 6:00 el primer ordeño y el siguiente a partir de las 17:00 horas, ambos con una duración aproximada de 2 h. Los animales estaban identificados individualmente con caravanas de trazabilidad.

Los animales para el ensayo fueron seleccionados previamente a partir de un estudio previo de jerarquía social del rodeo general de 130 vacas basado en la observación de las interacciones agonísticas entre los animales, realizado por Tresoldi (2012) en los meses de setiembre a diciembre del 2010. El comportamiento agonístico se definió como las interacciones asociadas con situaciones de conflicto o lucha, con y sin contacto físico entre individuos, ya sea empujones, topadas y peleas entre las interacciones físicas, y amenazas y escape entre las no físicas (Kondo y Hurnik, 1990). Las interacciones agonísticas implican un instigador y una víctima (Hurniky col., 1995; citado por Tresoldi, 2012).

Para cada interacción se registró el animal instigador, que causó el comportamiento y tuvo acceso a los recursos, y el animal víctima, que ha perdido o fue desplazado. Las observaciones se realizaron en áreas cercanas a las fuentes de agua, en la sala de espera y de salida de la sala de ordeño, y en los comederos donde se ofrece la ración (Tresoldi, 2012).

Usando todos los datos de las interacciones agonísticas, se construyó una matriz sociométrica, como la propuesta por Kondo y Hurnik (1990), atribuyéndole a cada animal un valor de dominancia. El nivel jerárquico del rodeo se estimó a partir de este valor de dominancia, siendo los animales con mayor valor los de alto rango, y los de menor valor los de bajo rango. La diferencia entre el mayor y el menor valor de dominancia fue dividida en tres partes, determinándose intervalos para cada grupo social: dominante, intermedio y subordinado (Yunes, 2001; citado por Tresoldi, 2012).

Partiendo de la matriz sociométrica de Tresoldi (2012) como criterio de selección se seleccionaran del mismo rodeo 12 animales pertenecientes al más alto nivel jerárquico (alto rango) y 12 del más bajo nivel jerárquico (bajo rango), identificándolos con pintura indeleble en los flancos de cada animal, con diferente color según jerarquía.

Toma de datos

Los animales de ambos grupo se mantuvieron en el rodeo general para evitar alteraciones en su posición jerárquica, pero luego del primer ordeño del día se apartaron los dos lotes, llevándolos a una pastura de sorgo, separados en dos potreros por un alambrado eléctrico. Se realizaron las observaciones a partir del momento de entrada al pastoreo hasta que eran llevadas al ordeño de la tarde, con una frecuencia de 10 minutos entre observaciones, de esta manera se crearon eventos de observaciones, el total del tiempo fue de aproximadamente 6 horas al día, durante 5 días. Dichas observaciones registraban el comportamiento individual (parada, echada, caminando, pastando o rumiando) basado en un etograma similar al utilizado por Vitela y col. (2004), en el que las observaciones se realizaron por el método de barrido.

Las conductas individuales observadas fueron

- Echada: vaca recostada con ojos abiertos o cerrados.
- Parada: vaca inmóvil en alguna área del corral.
- Caminar: vaca desplazándose de un área a otra del corral.
- Rumiarse: vaca que mastica repetidas veces el bolo ruminal.
- Pastando: vaca con la cabeza hacia la pastura extrayendo forraje y masticándolo.

Luego del segundo ordeño del día los grupos se juntaban con el rodeo general y pasaban el resto del día juntos hasta la mañana del día siguiente.

Estudio de disponibilidad de la pastura

Se realizó el estudio de la disponibilidad de la pastura de sorgo donde se realizaron las observaciones de manera previa al ensayo, para demostrar que la misma no sea una limitante en pastoreo, y para poder establecer parcelas con suficiente tamaño para que el consumo fuera ad libitum.

Se realizó un muestreo al azar sobre la pradera de sorgo arrojando un cuadrado de 50x50 cm 5 veces, en zonas representativas de la pastura.

Se cortó la muestra de pastura en el contenido de los cuadros de 50x50 cm con tijera o cuchillo, cuidando de cortar los tallos lo más cercano posible a la tierra.

Posteriormente, en el laboratorio del Campo Experimental, se determinó la MS por secado en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante.

Análisis estadístico

Se calculó la frecuencia de animales de cada rango que realiza cada actividad en cada punto, la que fue comparada por el test de Mann-Whitney. Los datos se describen como porcentaje promedio del total de eventos de observación dedicado a las respectivas actividades. Adicionalmente se graficaron las actividades realizadas en función de los eventos de observación estudiado (en 6 horas por día aproximadamente) para ambos grupos. Las correlaciones estimadas se calcularon como correlaciones simples. Se declararon diferencias significativas cuando $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se describen las medias y los desvíos estándar observados entre los grupos para las actividades relacionadas a la alimentación, el consumo y la rumia. En ambas actividades hay diferencias entre los grupos. Los desvíos observados son de pequeña magnitud, lo que se interpreta como que los animales se comportaron de manera aproximada a la media poblacional.

Tabla 1. Porcentaje promedio y desvío estándar de las actividades de comer y rumiaren en las vacas de alto y bajo rango

| | Alto rango (media y desvío estándar) | Bajo rango (media y desvío estándar) | P |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| %Pastando | 52,65±3,98 | 65,13±6,54 | ≤0,05 |
| %Rumiando | 23,39±2,89 | 15,17±3,21 | ≤0,05 |
| Total | 76,04±6,87 | 80,29±9,74 | |

Las vacas de alto rango pasaron el 76,04% del tiempo en las actividades de consumo, el pastoreo y la rumia, mientras que las de bajo rango pasaron el 80,29% del tiempo. Los animales de alto rango pasaron menor tiempo pastando que los de bajo rango (52,65 ± 3,98% vs. 65,13 ± 6,54%) y más tiempo rumiando (23,39 ± 2,89% vs. 15,17 ± 3,21%). Estas observaciones coinciden con las de Kilgour y col. (2012), en las que el 51% de tiempo los animales lo pasaron pastando, lo que coincide con el tiempo de pastoreo de los animales de alto rango. Vitela y col. (2004) observaron que los animales pasaron el 29% del tiempo rumiando y el 10% alimentándose, porque los animales tenían poca motivación para alimentarse por haber sido alimentados previamente a las observaciones, aunque el tiempo de rumia reportado por Vitela y col. (2004) es similar al observado en las vacas de alto rango de nuestro ensayo, es decir, los animales que estaban bajo menos estrés.

Respecto al mayor tiempo de consumo de alimento observado en los animales de bajo rango, lo mismo observaron Hasegawa y col. (1997) y Phillips y Rind (2002) en bovinos, como también Barroso y col. (2000) en cabras. Se supone que los animales de bajo rango pasan un mayor tiempo consumiendo porque su comportamiento alimenticio es alterado de manera continua por las agresiones de animales de rango mayor. Otros autores proponen que los animales de alto rango dejan de dedicar tiempo al pastoreo para ocuparlo en la defensa de los recursos mediante comportamiento agonístico. Dichas propuestas no serán motivos precisos de este ensayo ya que no presentaban interacciones agonísticas físicas.

El tiempo dedicado a la rumia puede ser un mejor indicativo del aprovechamiento real de las pasturas. Se observó que los animales de alto rango pasaron más tiempo rumiando que los de bajo rango, lo que también está relacionado al estado más calmado de estos animales, ya que la rumia es un indicador de un estado relajado en que el animal se siente seguro (Phillips y Rind, 2002).

En la Figura 1 se grafica la frecuencia promedio de la actividad de pastar en función de los eventos de observación para los animales de alto y bajo rango.

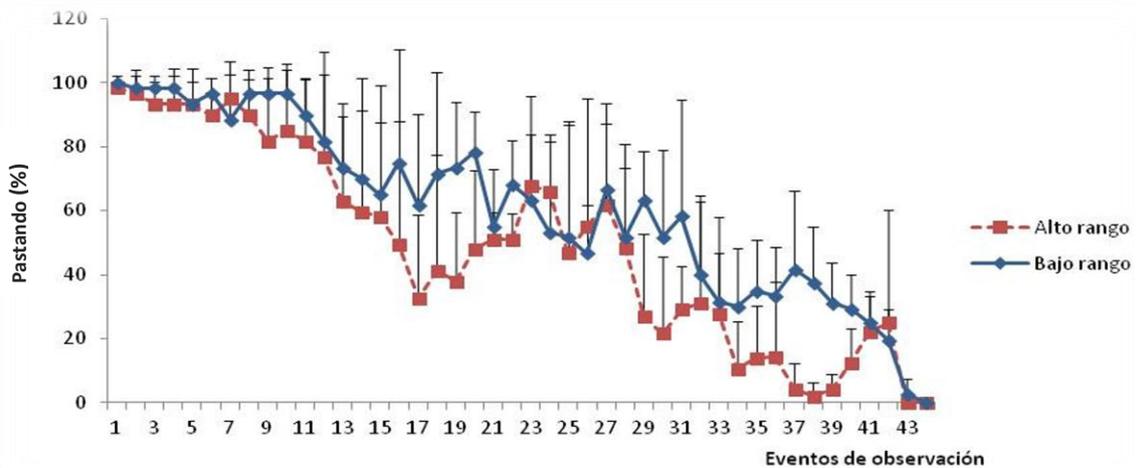


Figura 1. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de la actividad de pastar en los eventos de observación para las vacas de alto rango (rojo- línea punteada) y bajo rango (azul- línea entera).

La actividad de pastar fue máxima al principio del período de observación y fue disminuyendo progresivamente hasta ser mínima al final del mismo. Hacia el final del período de observación los animales ya están saciados y pasaron a realizar otras actividades. Se observó también que los animales de bajo rango pasan más tiempo pastoreando que los de alto rango, haciéndose la diferencia más notoria al final del período de observación, mientras que al principio la actividad de ambos grupos está sincronizada. Según O’Driscoll y col. (2010) estas observaciones se explican por la alta motivación que sienten los animales para alimentarse al entrar a una pastura fresca luego de un período en que son privadas de alimento, como es el ordeño.

En la Figura 2 se graficó la actividad de rumia en función de los eventos de observación para ambos grupos estudiados.

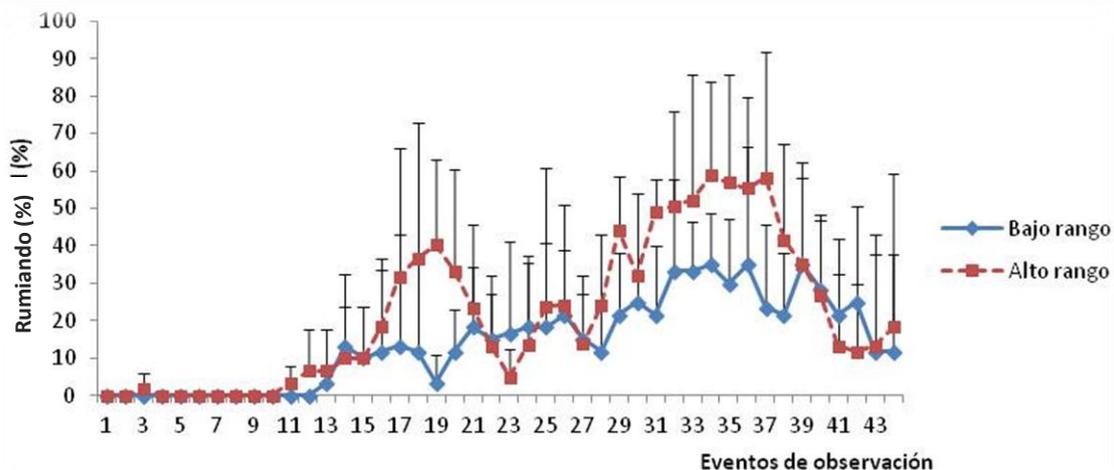


Figura 2. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de rumia en los eventos de observación para las vacas de alto rango (rojo-línea punteada) y bajo rango (azul- línea entera)

Se observa que los animales no comienzan a rumiar hasta pasadas aproximadamente 2 horas de observación, y la actividad aumenta progresivamente hacia el final del periodo, aunque los últimos momentos del ensayo la actividad vuelve a decrecer. Se observa también que los animales de alto rango tuvieron mayor actividad de rumia que los de bajo rango, siendo las diferencias más importantes entre los eventos 15 y 21, y 31 y 39.

En la Figura 3 se graficaron los porcentajes promedio de las frecuencias de las actividades de pastando y rumiando, para todos los animales.

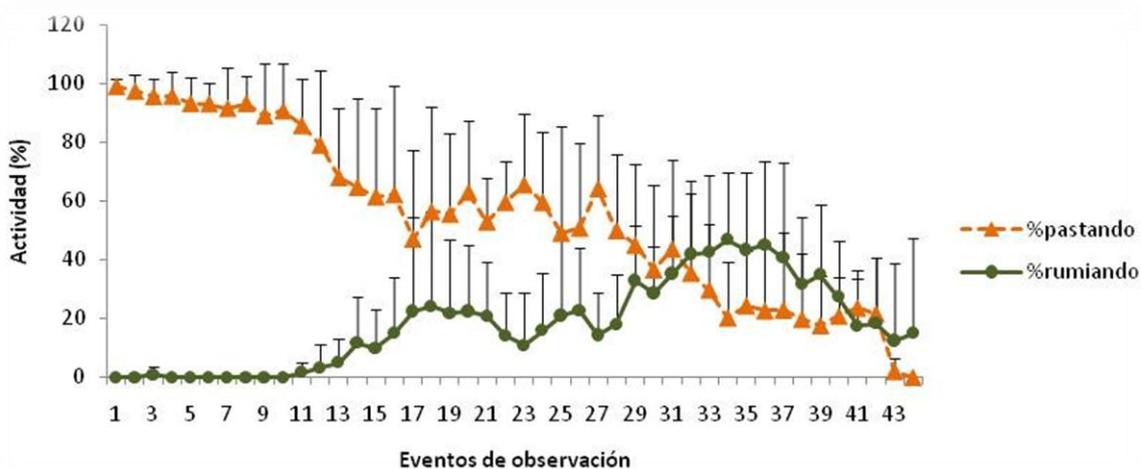


Figura 3. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades complementarias de pastar (azul-línea punteada) y rumiar (rojo-línea entera) para todos los animales en los eventos de observación

Se observa que las actividades de consumo y rumia son complementarias. Al comienzo de la observación la mayoría de los animales están pastoreando, mientras

que esta actividad se hace menos frecuente a medida que avanza el tiempo. Asimismo la frecuencia de la actividad de rumia aumenta mientras pasa el tiempo, haciéndose altamente frecuente hacia el final del período de observación, cuando los animales se mostraron saciados, a pesar de que a partir del evento 37 la frecuencia de animales rumiando decrece, pero sin aumentar la actividad de pastoreo. Luego de 6 horas de pastoreo continuo los animales no están motivados ni para alimentarse o rumiar, y este evento coincide con la hora en que eran llevadas al ordeño.

En la tabla 2 se describen los porcentajes promedio y el desvío estándar del tiempo destinado a las actividades de caminar, echarse y estar de pie observadas para los dos grupos de animales, de alto y bajo rango. Se observa que existen diferencias significativas entre los animales de alto y bajo rango para las actividades de caminar y ninguna diferencia para las de echarse y estar de pie. Nuevamente los desvíos observados de pequeña magnitud, lo que indica que de manera general el comportamiento de los animales se ajustó al promedio poblacional.

Tabla 2. Porcentaje promedio y desvío estándar de las actividades de caminar, echarse y estar de pie en las vacas de alto y bajo rango

| | Alto rango (media y desvío estándar) | Bajo rango (media y desvío estándar) | P |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| %Caminando | 4,63 ± 1,36 | 8,18 ± 3,00 | P≤0,05 |
| %Echado | 13,89 ± 5,98 | 11,81 ± 5,98 | ns |
| %Parado | 81,56 ± 6,26 | 80,05 ± 7,09 | ns |
| Total | 100,08 ± 13,59 | 100,04 ± 16,07 | |

En promedio los animales pasaron el 80,80 ± 6,58% del tiempo de pie y 12,85 ± 5,94% del tiempo echados. Estos resultados son similares a las observaciones de Kilgour y col. (2012), en las que los animales pasaron el 68,1% del tiempo de pie y el 14,7% del tiempo echados, y a las de Solanki (2000), que observó en cabras que la actividad de estar de pie les llevó 73% del tiempo, mientras que pasaron el 19,2% del tiempo echadas. Sin embargo, Vitela y col. (2004) observaron que los animales pasaron el 51% del tiempo echadas y el 4% de pie, lo que se explica por las condiciones de su ensayo, ya que los animales estaban en un corral de observación luego de un evento de alimentación, estando altamente motivados para el descanso y la rumia. En nuestro ensayo, en cambio, los animales estaban apenas salidos del ordeño de la mañana, y entraban a una pastura fresca.

Los animales de bajo rango pasaron el doble de tiempo caminando (8,18 ± 3,00% del tiempo) que los de alto rango (4,63 ± 1,36%). La baja frecuencia de la actividad de caminar observada es reflejo de que el espacio disponible era suficiente para la densidad de animales utilizada. Phillips y Rind (1999) observaron que en corrales con baja densidad de animales disminuía la frecuencia con que se observaron las actividades de caminar y las interacciones agonísticas.

Vitela y col. (2004) observaron que los animales encerrados en un corral caminaban el 4% del tiempo, similar a lo observado entre los animales de alto rango en este

estudio. En el ensayo de Vitela y col. (2004) las condiciones de los animales eran de bajo estrés. Kilgour y col. (2012), en cambio, observaron en bovinos en pastoreo una frecuencia de caminata de 13,8%. Rind y Phillips (1999) afirman que en condiciones de sobrepoblación y estrés los animales caminan más que en condiciones calmadas. Los animales de bajo rango normalmente tienen un nivel de estrés mayor que los de alto rango (Arave y Albright, 1976), lo que puede explicar las diferencias encontradas entre ambos grupos para esta actividad. Adicionalmente Šárová y col. (2010) observaron que los animales de bajo rango se mueven más que los de alto rango porque tienen la tendencia de evadirlos o evitarlos, y en general terminan recorriendo mayores distancias para buscar alimento, se alejan de otros animales en su cercanía y consecuentemente pasan más tiempo caminando que los de alto rango.

En la Figura 4 se graficó la actividad de estar parada para los animales de alto y bajo rango en función de los eventos de observación.

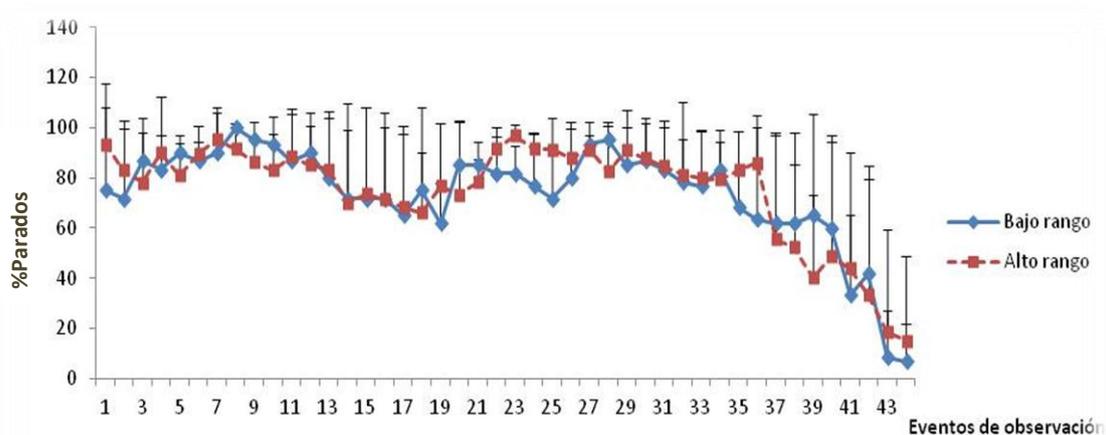


Figura 4. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia con que los animales pasaron parados en función de los eventos de observación para las vacas de alto rango (rojo-línea punteada) y bajo rango (azul- línea entera)

Se observa que ambos grupos se comportaron de manera similar, habiendo sincronización del comportamiento, lo cual vale la pena resaltar porque ambos grupos estaban pastoreando en parcelas separadas pero con contacto visual. Otros autores también han observado que los bovinos sincronizan su comportamiento cuando los recursos son abundantes (Sowell y col., 1999). Al ingreso a la pastura la mayoría de los animales estaban de pie, y este comportamiento fue reduciéndose a medida que pasaba el tiempo, siendo menor al final del período de observación.

En la Figura 5 se grafica el promedio que pasaron los animales de alto y bajo rango caminando en función de los eventos de observación.

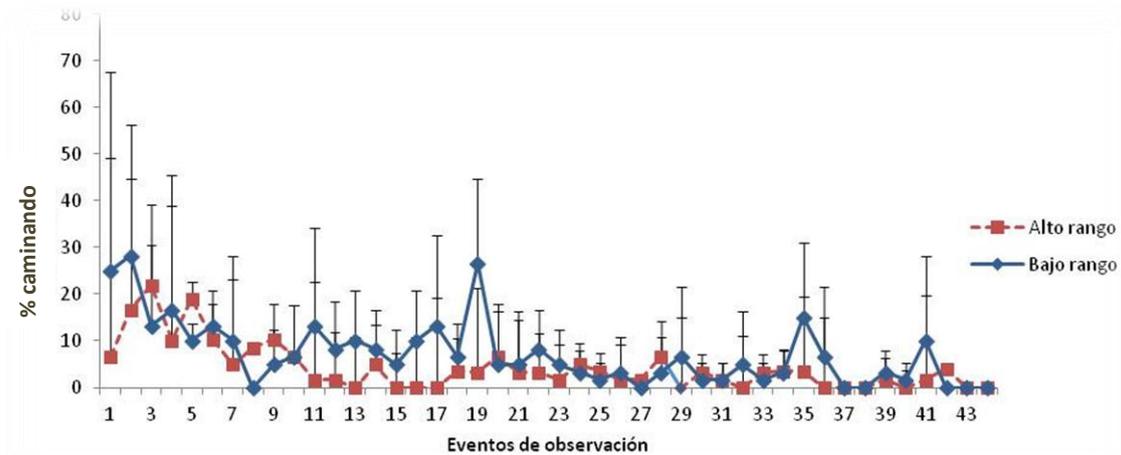


Figura 5. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de caminata en función de los eventos de observación para las vacas de alto rango (azul-línea entera) y bajo rango (rojo- línea punteada)

La actividad de caminar fue mayor al principio del periodo de observación y se observó con mínima frecuencia hacia el final del período. La caminata se relaciona a la búsqueda de alimento o a los comportamientos agonísticos, por lo que la mayor frecuencia de la actividad a la entrada a la pastura se explica por la alta motivación que significa una pastura fresca para la búsqueda de mejor alimento y la defensa de su espacio individual. Esta actividad fue menor en vacas de alto rango respecto a las de bajo rango, observándose las mayores diferencias entre los eventos 10 y 20 de observación.

La frecuencia promedio que los animales pasaron echados se graficó en función de los eventos de observación en la Figura 6.

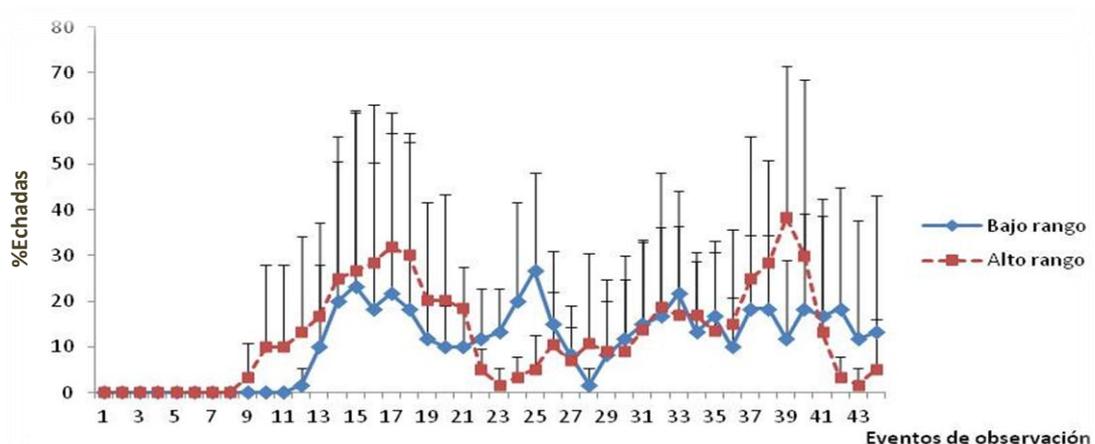


Figura 6. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de la actividad de echarse en función de los eventos de observación para las vacas de alto rango (rojo-línea punteada) y bajo rango (azul-línea entera)

Al comienzo de las observaciones ningún animal se echó porque estaban altamente motivados para el pastoreo. Sin embargo, a medida que pasaba el tiempo una mayor cantidad de animales comenzaron a echarse, observándose tres picos, uno a las aproximadamente 2 horas de observación (eventos 16-18) en el que se observa sincronización entre los animales, tanto dentro de un grupo como entre los grupos, mientras que el pico observado entre los eventos 24 y 26 se observó para los animales de bajo rango, y el pico observado hacia el final del período del ensayo (eventos 39-41) se dio principalmente en los de alto rango. Sin embargo, no hubo diferencias significativas para esta actividad entre los dos grupos de animales. Según Botheras (2007) las vacas están altamente motivadas para echarse a descansar, por lo que el tiempo que pasaron echadas observado en este estudio es reflejo de que los animales contaban con espacio suficiente para echarse y descansar sin interferir con el espacio individual de sus vecinas, como describieron también Rind y Phillips (1999).

En la Figura 7 se graficaron los porcentajes promedio de las frecuencias de las actividades de estar paradas, echadas y caminando en función de los eventos de observación, para todos los animales.

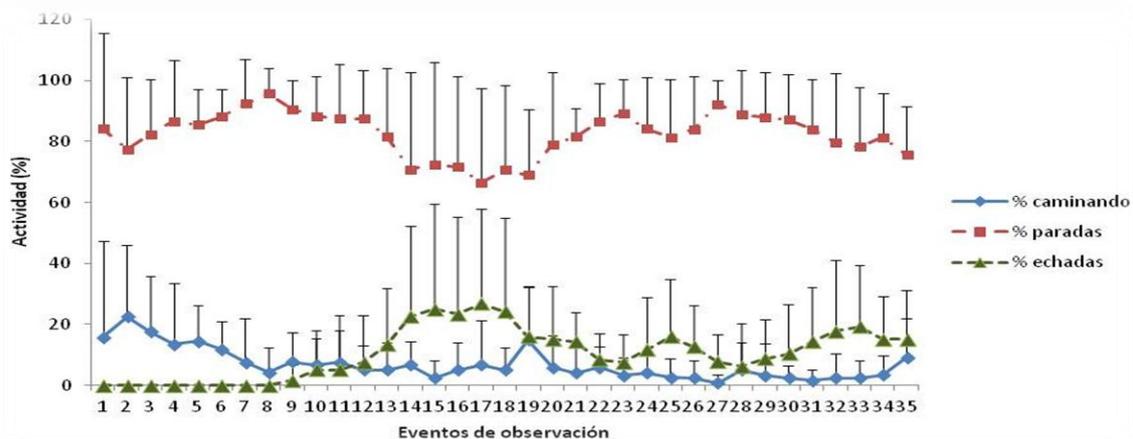


Figura 7. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades de estar echadas (verde-línea punteada), parados (rojo-línea quebrada) y caminando (azul-línea entera) para todos los animales en función de los eventos de observación.

La actividad de estar paradas es la más frecuente, observándose cierta complementariedad con la actividad de echarse, ya que cuando se observa que la actividad general de estar paradas decrece en la población, aumenta la actividad de echarse. La actividad de caminar ocurre en baja frecuencia, siendo más frecuente al principio del período de observación, cuando los animales ingresan a la pastura fresca.

En la Figura 8 se graficaron los porcentajes promedios de las frecuencias que los animales ocupaban pastando y estando parados, y se estimó la correlación simple entre estas actividades en $r=0,72$. Se observa una clara sincronía por la correlación positiva entre los dos comportamientos, particularmente al principio del período de observación que es cuando los animales estaban altamente motivados para

alimentarse, lo cual se explica porque los animales solamente pastoreaban cuando estaban paradoras.

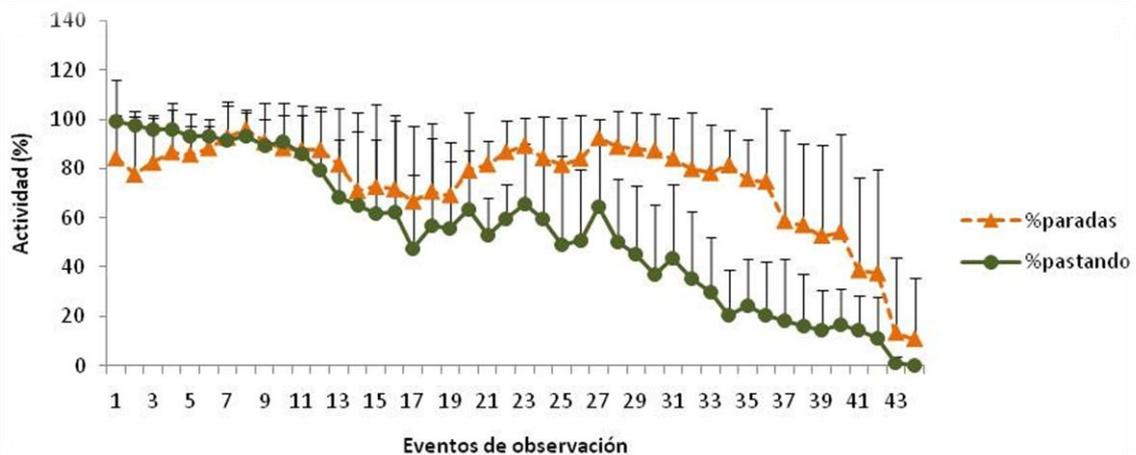


Figura 8. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades de estar parados (azul-línea punteada) y pastando (rojo-línea entera) para todos los animales en el tiempo de observación

En la Figura 9 se graficaron los porcentajes promedios de las frecuencias que el total de animales ocuparon echadas y rumiando, y se estimó la correlación entre estas actividades como $r=0,65$. Estas observaciones coinciden con las de Phillips y Leaver (1986), que afirmaron que los animales tienen preferencia a rumiar mientras están echados.

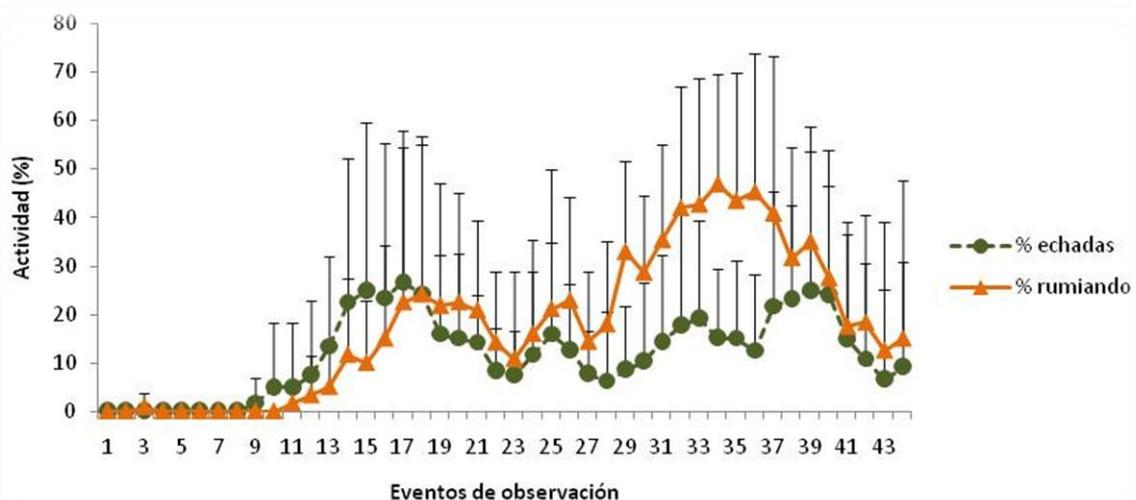


Figura 9. Porcentaje promedio y desvío estándar de la frecuencia de las actividades de echarse (azul-línea punteada) y rumiar (rojo-línea entera) para todos los animales en función de los observación

CONCLUSIONES

- El patrón general de actividades difiere de acuerdo al rango jerárquico de las vacas pese a que no exista posibilidad de interacción entre ellas.
- Para la actividad de pastar se registraron mayor número de observaciones en los animales de bajo rango que en los de alto rango
- Los animales de alto rango rumiaron más que los de bajo rango.
- El rango jerárquico no afectó el número de observaciones en que los animales permanecieron en pie o echados.
- Para la actividad de caminar se registraron mayor número de observaciones en los animales de bajo rango que en los de alto rango
- Las actividades de comer y estar de pie, y estar echados y rumiar estuvieron correlacionadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arave, C.W.; Albright, J.L. (1976) Social rank and physiological traits of dairy cows as influenced by changing group membership. *Journal of Dairy Science*, 59: 974-981.
2. Barroso, F.G.; Alados, C.L.; Boza, J. (2000) Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science*, 69: 35-53.
3. Beilharz, R.G.; Butcher, D.F.; Freeman, A.E. (1966) Social dominance and milk production in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 49: 887-892.
4. Bennett, I.L.; Holmes, C.R. (1987) Formation of a feeding order in a group of cattle and its relationship with grazing behaviour, heat-tolerance and production. *Applied Animal Behaviour Science*, 17: 9-18.
5. Bennett, I.L.; Finch, V.A.; Holmes, C.R. (1985). Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 13: 227-236.
6. Bøe, K.E.; Færevik, G. (2003) Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 80: 175-190.
7. Botheras, N.A. (2007) The feeding behavior of dairy cows: considerations to improve cow welfare and productivity. *Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference*. Disponible en: <http://tristatedairy.osu.edu/Proceedings%202007/Botheras.pdf>. Fecha de consulta: setiembre/2013.
8. Broom, D.M.; Leaver, J.D. (1978) Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal Behaviour*, 26: 1255-1263.
9. Craig, J.V. (1986) Measuring social behavior: social dominance. *Journal of Animal Science*, 62: 1120-1129.
10. DeVries, T.J.; von Keyserlingk, M.A.G.; Weary, D.M.; Beauchemin, K.A. (2003) Measuring the feeding behaviour of lactating cows in early to peak lactation. *Journal of Dairy Science*, 86: 3354-3361.
11. DeVries, T.J.; von Keyserlingk, M.A.G.; Weary, D.M. (2004) Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 1432-1438.
12. DIEA (2012) Anuario estadístico agropecuario. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,659,O,S,0,MNU;E;27;8;MNU;,.> Fecha de consulta: setiembre/2013.
13. Dickson, D.P.; Barr, G.R.; Johnson, I.P.; Wieckert, D.A. (1970) Social dominance and temperament of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 53: 904-907.

14. Endres, M.I.; Barberg, A.E. (2007) Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system *Journal of Dairy Science*, 90: 4192–4200.
15. Ericson, E. (2010) Diurnal behaviour of cattle, sheep and goats on semi-arid pastures in Kenya. Disponible en: http://stud.epsilon.slu.se/2117/1/ericson_e_110110.pdf. Fecha de consulta: setiembre/2013.
16. Estevez, I.; Andersen, I.L.; Nævdal, E. (2007) Group size, density and social dynamics in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 103: 185-204.
17. Færevik, G.; Jensen, M.B.; Bøe, K.E. (2006) Dairy calves social preferences and the significance of a companion animal during separation from the group. *Applied Animal Behaviour Science*, 99: 205-221.
18. Forbes, J.M. (2007) Feed intake. En: Forbes, J.M. *Voluntary feed intake and diet selection in farm animals*. Leeds, CAB International Press, pp. 12-40.
19. Fregonesi, J.A.; Tucker, C.B.; Weary, D.M. (2007) Overstocking reduces lying time in dairy cows *Journal of Dairy Science*, 90: 3349–3354.
20. Friend, T.H.; Polan, C.E. (1974) Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 57: 1214-1220.
21. Fuerst-Waltl, B.; Appleby, M.C.; Sölkner, J.; Oldham, J.D. (1997) Grazing behavior of dairy cattle in relation to genetic selection for milk production. *Die Bodenkultur Austrian Journal of Agricultural Research*, 48: 199-209.
22. George, M.; Bailey, D.; Borman, M.; Ganskopp, D.; Surber, G.; Harris., N. (2007) Factors and practices that influence livestock distribution. *Rangeland Management Series* Disponible en: <http://californiarangeland.ucdavis.edu/Publications%20pdf/8217.pdf>. Fecha de consulta: setiembre/2013.
23. Gregorini, P.; Tamminga, S.; Gunter, A. (2006) Review: behavior and daily grazing patterns of cattle. *The Professional Animal Scientist*, 22: 201-209.
24. Greter, A.M.; Kitts, B.L.; DeVries, T.J. (2011) Limit feeding dairy heifers: effect of feed bunk space and provision of a low-nutritive feedstuff. *Journal of Dairy Science*, 94: 3124–3129.
25. González, L.A.; Ferret, A.; Manteca, X.; Ruíz de la Torre, J.R.; Calsamiglia, S.; Devant, M.; Bach, A. (2008) Performance, behavior, and welfare of Friesian heifers housed in pens with two, four, and eight individuals per concentrate feeding place. *Journal of Animal Science*, 86: 1446-1458.
26. Hancock, J. (1954) Studies of grazing behaviour in relation to grassland management. 1- Variations in grazing habits in dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*, 44: 420-433.

27. Hasegawa, N.; Nishiwaki, A.; Sugawara, K.; Ito, I. (1997). The effects of social exchange between two groups of lactating primiparous heifers on milk production, dominance order, behavior and adrenocortical response. *Applied Animal Behaviour Science*, 51: 15-27.
28. Hemelrijk, C.K. (2000) Towards the integration of social dominance and spatial structure. *Animal Behaviour*, 59: 1035-1048.
29. Honorato, L.A.; Peters, M.D.P; Lourenço, L.A.; Gonçalves, B.P.; Barbosa Silveira, I.D. (2009) Hierarquia social em vacas leiteiras. Disponible en: http://www.ufpel.tche.br/cic/2009/cd/pdf/CA/CA_00198.pdf. Fecha de consulta: setiembre/2013.
30. Huzzey, J.M.; DeVries, T.J.; Valois, P.; von Keyserlingk, M.A.G. (2006) Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89: 126–133.
31. Jezierski, T.A.; Podluzny, M. (1985) A quantitative analysis of social behaviour of different crossbreds of dairy cattle kept in loose housing and its relationship to productivity. *Applied Animal Behaviour Science*, 13: 31-40.
32. Kilgour, R.J.; Uetake, K.; Ishiwata, T.; Melville, G.J. (2012) The behaviour of beef cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 138: 12-17.
33. Kolver, E.S.; Muller, L.D. (1998) Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 81: 1403-1411.
34. Kondo, S.; Hurnik, J.F. (1990) Stabilization of social hierarchy in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 27: 287-297.
35. Kondo, S.; Maruguchi, H.; Nishino, S. (1984) Spatial and social behavior of calves in reduced dry-lot space. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, 55: 885-891.
36. Kondo, S.; Sekine, J.; Okubo, M.; Asahida, Y. (1989) The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 24: 127-135.
37. Leaver, J.D. (1985) Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research*, 52: 313-344.
38. Linnane, M.I.; Brereton, A.J.; Giller, P.S. (2001) Seasonal changes in circadian grazing patterns of Kerry cows (*Bos taurus*) in semi-feral conditions in Killarney National Park, Co. Kerry, Ireland. *Applied Animal Behaviour Science*, 71: 277-292.
39. MGAP (2013) Estadísticas del sector lácteo. Año 2011. N. 309. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,104,O,S,0,MNU;E:39;12;MNU;> Fecha de consulta: setiembre/2013.

40. O'Connell, J.; Giller, P.S.; Meaney, W. (1989) A comparison of dairy cattle behavioural patterns at pasture and during confinement. *Irish Journal of Agricultural Research*, 28: 65-72.
41. O'Driscoll, K.; O'Brien, B.; Gleeson, D.; Boyle, L. (2010) Milking frequency and nutritional level affect grazing behaviour of dairy cows: a case study. *Applied Animal Behaviour Science*, 122: 77-83.
42. Paranhos da Costa, M.J.R.; Costa-e-Silva, E.V. (2007) Aspectos básicos do comportamento social de bovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 31: 172-176.
43. Peyraud, J.L.; Delaby, L. (2001) Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows- responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. En: Garnsworthy, P.C.; Wiseman, J. *Recent Advances in Animal Nutrition*, Nottingham, Nottingham University Press, pp. 203-220.
44. Phillips, C.J.C.; Hecheimi, K. (1989) The effect of forage supplementation, herbage height and season on the ingestive behaviour of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 24: 203-216.
45. Phillips, C.J.C.; Leaver, J.D. (1986) The effect of forage supplementation on the behaviour of grazing dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 16: 233-247.
46. Phillips, C.J.C.; Rind, A.I. (2001a) The effects on production and behaviour of mixing uniparous and multiparous cows. *Journal of Dairy Science*, 84: 2424-2429.
47. Phillips, C.J.C.; Rind, A.I. (2001b) The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behaviour of dairy. *Journal of Dairy Science*, 84: 1979-1987
48. Phillips, C.J.C.; Rind, A.I. (2002) The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. *Journal of Dairy Science*, 85: 51-59.
49. Proudfoot, K.L.; Veira, D.M.; Weary, D.M.; von Keyserlingk, M.A.G. (2009) Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 3116–3123.
50. Provenza, F.D.; Villalba, J.J.; Cheney, C.D.; Werner, S.J. (1998) Self-organization of foraging behavior: from simplicity to complexity without goals. *Nutrition Research Reviews*, 11: 199-222.
51. Reinhardt, V. (1973) Social rank order and milking order in cows. *Zeitschrift fur Tierpsychologie Journal*, 32: 281-292.
52. Rind, M.I.; Phillips, C.J.C. (1999) The effect of group size on the ingestive and social behaviour of grazing dairy cows. *Animal Science* 68: 589-596.

53. Šárová, R.; Špinka, M.; Arias Panamá, J.L.; Šimeček, P. (2010) Graded leadership by dominant animals in a herd of female beef cattle on pasture. *Animal Behaviour*, 79: 1037-1045.
54. Solanki, G.S. (2000) Grazing behaviour and foraging strategy of goats in semi-arid region in India. *Tropical Ecology*, 41: 155-159.
55. Sowell, B.F.; Mosley, J.C.; Bowman, J.G.P. (1999) Social behavior of grazing beef cattle: implications for management. Disponible en: <http://www.animal-science.org/content/77/E-Suppl/1.21.full.pdf>. Fecha de consulta: setiembre/2013
56. Takeda, K.; Sato, S.; Sugawara, K. (2003) Familiarity and group size affect emotional stress in Japanese Black heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 82: 1-11.
57. Tresoldi, G. (2012) Relações sociais entre vacas leiteiras e possíveis consequências na produtividade e bem-estar animal. Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Agros ecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Agros ecossistemas. Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho, 91.
58. Tucker, C.B.; Weary, D.M.; Fraser, D. (2004) Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage. *Journal of Dairy Science*, 87: 1208–1216.
59. Uruguay Siglo XXI (2012) Sector lácteo. Oportunidades de inversión en Uruguay. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/wp-content/uploads/2011/11/Sector-L%C3%A1cteo-Uruguay-XXI-Julio-2012.pdf>. Fecha de consulta: setiembre/2013.
60. Val-Laillet, D.; de Passillé, A.M.; Rushen, J.; von Keyserlingk, M.A.G. (2008a) The concept of social dominance and the social distribution of feeding-related displacements between cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 111: 158-172.
61. Val-Laillet, D.; Veira, D.M.; von Keyserlingk, M.A.G. (2008b) Dominance in free-stall–housed dairy cattle is dependent upon resource. *Journal of Dairy Science*, 91: 3922-3926.
62. Vitela, I.; Cruz-Vázquez, C.; Solano, J. (2004) Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre, en invierno, en zona árida, México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 37: 23-27.