

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE NOVILLOS HOLANDO EN CAMPO  
NATURAL, CAMPO NATURAL MEJORADO O CAMPO NATURAL  
FERTILIZADO CON NITRÓGENO

por

Ignacio José GARI HARTMANN

Pierino GILOCA BRUNO

Alfonso PÉREZ EIRALDI

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO

URUGUAY

2016

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. Mónica Cadenazzi

---

Ing. Agr. Ramiro Zanonniani

---

Ing. Agr. Virginia Beretta

Fecha:

15 de junio de 2016

Autores:

---

Ignacio Gari

---

Pierino Giloca

---

Alfonso Pérez

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su apoyo durante toda la carrera.

A nuestros compañeros de facultad: Mauro Antonaccio, Ramiro García Pintos, Fernando García Pintos, Juan Martin Gallinal, Roy Cooper, Santiago Regueiro, Joaquín Rodríguez, Tomás Dalla Rizza.

A Ángel Colombino por su labor en el campo para cumplir con los objetivos del experimento.

A Mónica Cadenazzi por su aporte en la parte estadística del trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. OBJETIVOS.....	1
1.1.1. <u>Objetivos generales</u> .....	1
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. PROCESO DE PASTOREO.....	3
2.2. CONSUMO.....	3
2.3. REGULACIÓN DEL CONSUMO .....	3
2.3.1. <u>Tamaño del cuerpo en consumo</u> .....	4
2.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO .....	4
2.5. IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO INGESTIVO .....	6
2.6. COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN EL CONSUMO .....	6
2.7. SELECCIÓN DE LA DIETA .....	8
2.7.1. <u>Selección y preferencia</u> .....	8
2.8. MECANISMOS INVOLUCRADOS EN LA SELECCIÓN DE LA DIETA.....	9
2.8.1. <u>Retroalimentación post-ingestiva y homeostásis</u> .....	9
2.8.2. <u>Aprendizaje social</u> .....	10
2.8.3. <u>Compuestos secundarios y toxinas</u> .....	10
2.9. DISTRIBUCIÓN DEL PASTOREO .....	11
2.10. MECANISMOS DE PASTOREO INVOLUCRADOS EN LA DISTRIBUCIÓN.....	13
2.11. MECANISMOS NO COGNITIVOS .....	13
2.12. MECANISMOS COGNITIVOS .....	14
2.13. MECANISMOS BASADOS EN MODELOS DE PASTOREO ....	16
2.14. TEORÍA DEL VALOR MARGINAL.....	16

2.15. LÍMITES IMPUESTOS POR LAS HABILIDADES DE LOS HERBÍVOROS.....	17
2.16. TEORÍA DEL PASTOREO ÓPTIMO.....	18
2.17. EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN EN EL CAMPO NATURAL SOBRE EL CONSUMO.....	18
2.18. VALOR PASTORAL.....	19
2.19. INDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH).....	20
2.20. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	21
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	22
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL .....	22
3.2. ANTECEDENTES DEL ÁREA Y VEGETACIÓN.....	22
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS .....	22
3.3.1. <u>Determinaciones en la jornada</u> .....	23
3.3.2. <u>Procesamiento de datos</u> .....	24
3.4. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH).....	26
3.5. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO .....	26
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	27
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	28
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE .....	28
4.1.1. <u>Precipitaciones, temperatura y humedad</u> .....	28
4.1.2. <u>Índice de temperatura y humedad</u> .....	32
4.1.3. <u>Condiciones de la pastura</u> .....	33
4.1.3.1. Altura de la pastura.....	33
4.1.3.2. Calidad de la pastura .....	40
4.2. COMPORTAMIENTO EN PASTOREO .....	43
4.2.1. <u>Distribución de las actividades en el día</u> .....	43
4.2.2. <u>Distribución de las actividades por turno dentro del día</u> .....	48
4.2.2. <u>Tasa de bocado</u> .....	54
4.2.3. <u>Correlaciones encontradas entre las variables</u> .....	56
4.2.4. <u>Distribución por cuadrante</u> .....	57
4.3. CONSIDERACIONES FINALES.....	58
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	61
6. <u>RESUMEN</u> .....	62

7.	<u>SUMMARY</u> .....	63
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	64
9.	<u>ANEXOS</u> .....	72

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Escala y criterios de selección.....	12
2. Precipitaciones (PP mm), temperatura (T° C) y humedad (HR%) por semana dentro de los períodos de estudio.....	28
3. Balance hídrico para ambos períodos del experimento.....	31
4. Índice de temperatura y humedad por fecha según turno diario y promedio del día.....	32
5. Medias y p-valor de cada componente para el período 1.....	40
6. Medias y p-valor de cada componente para el período 2.....	41
7. Medias y p-valor de cada componente promedio de todo los tratamientos para los dos períodos.....	42
8. Promedio de ITH para los dos períodos en cada turno del día.....	53
9. Bocados por minutos promedio en cada tratamiento para los dos períodos.....	54
10. Bocados por minuto promedio para cada turno en los dos períodos.....	55
11. Correlación entre las diferentes variables: pastoreo efectivo (PE), pastoreo búsqueda (PB), rumia (R), descanso (D) y agua (A), y el desvío de la altura y el ITH.....	56

Figura No.

1. Período 1 .....	29
2. Período 2 .....	29
3. Precipitaciones (mm) mensuales en el período de estudio y promedio del 2002-2014.....	30
4. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de campo natural a través de bloques en el período experimental.....	33
5. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de campo natural mejorado a través de bloques en el período experimental.....	34
6. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de N60 a través de bloques en el período experimental.....	35
7. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de N120 a través de bloques en el período experimental.....	36
8. Materia seca presente ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) al inicio y salida del bloque y materia seca desaparecida ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en el período 1, según tratamientos.....	38
9. Materia seca presente ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) al inicio y salida del bloque y materia seca desaparecida ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en el período 2, según tratamientos.....	39
10. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 1 en el día de entrada promedio.....	43
11. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 1 en el día del medio promedio.....	44
12. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 1 en el día de salida promedio.....	45

13. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 2 en el día de entrada promedio.....	46
14. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días de inicio del pastoreo, durante el período 1.....	48
15. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días del medio del pastoreo, durante el período 1.....	49
16. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días de salida del pastoreo, durante el período 1.....	50
17. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días de entrada del pastoreo, durante el período 2.....	51

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en el país ha sido históricamente el rubro más importante en cuanto ingreso y producto bruto. El engorde sobre campo natural es también importante ya que un 60% de la superficie del país corresponde a esta pastura, siendo la principal base pastoril en los establecimientos del país. La fertilización y la introducción de especies en el tapiz de campo natural han permitido aumentar la producción y mejorar la calidad del forraje del campo natural.

El consumo es de las actividades que más realiza el vacuno y está ligado a la ganancia en peso vivo de éste. El comportamiento ingestivo es una aproximación al estudio del consumo y está compuesto por: tiempo de pastoreo, tasa de bocado y peso de bocado (Hodgson, 1985).

Sería de gran importancia poder intervenir en esos componentes que influyen en el comportamiento ingestivo para poder mejorar la producción y lograr una mayor eficiencia de uso de los recursos. Por ejemplo aumentando la producción de forraje y así el peso de bocado o también mejorando la estructura vertical de la pastura haciéndola más fácilmente cosechable reduciendo la actividad de búsqueda del forraje. Sin embargo la falta de estudios presentes en el país es una limitante a esto, por lo que este trabajo intentará abordar aspectos del consumo y ver cómo influyen los distintos mejoramientos de campo natural en la performance animal.

### 1.1. OBJETIVOS

#### 1.1.1. Objetivos generales

Los objetivos de éste trabajo son: intentar identificar patrones de distribución de actividades a lo largo del día durante el período experimental, identificar los componentes del comportamiento ingestivo estudiando la tasa de bocado y su evolución diaria. Para esto se estudió el ambiente pastura a través de la altura y calidad.

Otro objetivo fue observar algún efecto del mejoramiento del campo natural (fertilización o introducción de leguminosas) sobre los componentes del comportamiento ingestivo animal.

#### 1.1.2. Objetivos específicos

Además se intenta: observar patrones de distribución espacial de los animales de acuerdo a las características de la pastura medida como valor

pastoral. Estudiar la influencia del ambiente medido como ITH sobre el comportamiento ingestivo.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. PROCESO DE PASTOREO

Los herbívoros se enfrentan a un abundante y conspicuo recurso que es el alimento y pasan mucho tiempo cosechando y digiriendo el mismo. En el proceso de pastoreo el tiempo de búsqueda es un componente importante del tiempo de pastoreo. La búsqueda, la prehensión y los componentes del comportamiento ingestivo de los herbívoros están finamente distribuidos en una pequeña escala temporal. Un factor clave del pastoreo es la heterogeneidad en la calidad del alimento potencial (Laca y Demment, 1996).

Los componentes del comportamiento en el proceso de pastoreo son búsqueda y prehensión del alimento. La búsqueda incluye el movimiento del animal en su ambiente cuando todos los procesos cognitivos y sensoriales actúan en la decisión de dar un bocado en un punto específico de la pastura. Los movimientos de prehensión engloban movimientos de morder, tragar y masticar. Búsqueda y prehensión no son mutuamente excluyentes ya que un animal puede masticar y caminar al mismo tiempo (Ungar, 1996). Como los herbívoros dan entre 10000 a 40000 bocados en un día, la significancia de cada bocado para un óptimo rendimiento de nutrientes es muy pobre. Entonces el principal problema para un herbívoro es como generar y procesar información sobre sus opciones de pastoreo (Coughenour et al., 2009).

### 2.2. CONSUMO

El consumo de nutrientes tomado a la mayor escala temporal (la vida del animal) es regulado con el fin de cumplir con los requerimientos de mantenimiento y producción. A una escala temporal menor (días) la tasa de consumo es limitada por los procesos post digestivos y la excreción, en un tiempo de pastoreo disponible y a una tasa de consumo dada durante el pastoreo efectivo. Dentro de los períodos del pastoreo efectivo (minutos), la tasa de consumo es limitada por las características espaciales y morfológicas de la vegetación y por el sistema ingestivo del animal (Hodgson, 1985).

### 2.3. REGULACIÓN DEL CONSUMO

Existen limitaciones ingestivas y digestivas que funcionan independientes entre sí y afectan simultáneamente la selección de la dieta. Desde un punto de vista evolutivo todas las limitaciones al consumo de forraje están dirigidas al fitness. El tiempo disponible para pastorear es una limitante importante ya que compite con otras actividades como el descanso y la rumia. Sin embargo el tiempo de pastoreo puede verse como una variable cuyo valor

emerge de la maximización del “fitness” (Hodgson, 1982). Otras limitaciones al consumo del pastoreo son: digestión, pasaje y tamaño del rumen ya que el llenado de éste no puede exceder un máximo; ii) balance de agua y la temperatura corporal que debe ser mantenida dentro de ciertos niveles; iii) Tiempo necesario para buscar, alcanzar, cosechar y masticar cada gramo de forraje ingerido y, iv) el área máxima de bocado (Hodgson, 1982).

Baldwin (1987), propuso una lista más detallada de la regulación del consumo: i) llenado del rumen, ii) estado reproductivo, iii) nivel de reservas energéticas, iv) balance de agua, v) niveles de metabolitos y toxinas en sangre, vi) experiencia en búsqueda de alimento (aversiones al gusto y preferencias), vii) experiencia en reconocer la ubicación de alimento y ciclos temporales, viii) grado en adaptación en términos de morfología del rumen, expresión de enzimas y microflora ruminal, y por último, ix) posición relativa a la manada y recursos.

### 2.3.1. Tamaño del cuerpo en consumo

En cuanto al tamaño del cuerpo Arnold (1981), encontró en ovejas de 5 meses que tenían una dieta más alta en digestibilidad y contenido de nitrógeno, y más baja en fibra que la dieta de ovejas mayores. Horn et al. (1979), encontraron en terneros la tendencia a seleccionar forraje con mayor nivel de proteína cruda y menor fibra detergente ácida y niveles de celulosa que las vacas.

Estado fisiológico: los cambios en el consumo son influenciados fuertemente por alteraciones de los requerimientos fisiológicos del animal. Se encontraron diferencias significativas en el consumo promedio de materia seca entre vacas lactando, vacas preñadas y vacas secas. Las vacas lactando consumieron más que las preñadas y las secas. Y las vacas preñadas consumieron más que las secas (Dijkstra 1971, Allison et al. 1981). Roserie (1980), encontró que las vaquillonas de 2 años secas consumen un 33% menos que vaquillonas lactantes de 2 años.

## 2.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

La actividad diaria de un herbívoro está dividida en períodos que alternan entre pastoreo, rumia y descanso. La duración y la distribución de estas actividades puede ser influenciada por las condiciones de la pastura, el manejo del pastoreo y la variación climática (Hodgson, 1982).

Dentro de una escala espacio-temporal las decisiones de pastoreo como por ejemplo donde comenzar, con qué frecuencia y cómo distribuir las

sesiones de pastoreo, pueden determinar como el ganado usa su tiempo para cumplir con sus requerimientos nutricionales (Gregorini et al., 2005).

Cada población de herbívoros emplea una estrategia evolutiva dirigida directamente al mantenimiento del “fitness”. Cada paisaje donde reside esta población ofrece un ambiente único desde el cual el animal debe consumir nutrientes, mantener un balance térmico e interactuar socialmente con otros individuos de la manada para subsistir por sí mismo y por su especie (Stuth, 1991). Cuando los animales pastorean están simultáneamente sujetos a interacciones sociales, evitar predadores, termorregulación y saciar su sed (Laca y Demment, 1996).

Existe evidencia científica que indica que los herbívoros tanto salvajes como domésticos realizan un pastoreo óptimo maximizando su energía, esto significa que mantienen el “fitness” alimentándose óptimamente para consumir la mayor cantidad de energía y otros nutrientes (Schoener, 1971).

Cada unidad de paisaje está compuesta por diferentes hábitats o distintos grupos de especies de plantas en comunidades, estos al mismo tiempo están delineados en parches que contienen grupos de especies más homogéneos. Luego de que el animal se orienta en el hábitat, debe decidir cuándo bajar su cabeza y establecer una estación de pastoreo. Dentro de ésta el animal debe seleccionar qué especies y qué partes de la planta va a consumir. Así el proceso de selección de la dieta tiene dos niveles que deben ser claramente distinguidos: elección espacial y elección de especies a consumir (Stuth, 1991).

El movimiento que realiza un herbívoro cuando está consumiendo forraje puede ser descrito en un movimiento hacia adelante con la cabeza, moviéndola de lado a lado, y por delante de las patas delanteras. El pasto se junta con los labios en ovinos y en vacunos con la lengua, luego es tomado con los incisivos, antes de ser arrancados con un fuerte y corto movimiento de la cabeza. El forraje cosechado es desplazado hacia la parte trasera de la boca por movimientos de la lengua y mandíbula antes de ser tragado (Hodgson, 1986). Existen variantes en este patrón básico, como: la tasa y dirección en la aproximación inicial del forraje, la frecuencia de bocados, el número de bocados realizados entre tragos sucesivos, el tamaño y la diferencia de los distintos tragos y el tiempo que el forraje es masticado antes de ser tragado. Todo esto es afectado por las características de la vegetación donde los animales pastorean. Dentro de este proceso básico el animal está seleccionando continuamente entre las distintas opciones de forraje disponible. Por ejemplo decidir dar o no un bocado en determinada ubicación, o que componentes

comer. En este comportamiento son imprescindible los sentidos de la vista el olfato y el gusto (Hodgson, 1986).

## 2.5. IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO INGESTIVO

El comportamiento ingestivo es de interés ecológico como una interacción fundamental entre diferentes niveles tróficos. En la ecología el consumo atrae mucha atención tanto experimental como teóricamente (Crawley 1983, Huges 1990).

Es de interés para el manejo de recursos naturales ya que el pastoreo de los animales tiene impacto sobre el paisaje y la vegetación (Dyne, 1980). El comportamiento ingestivo de los rumiantes es de interés agronómico para la producción animal. El consumo es el principal determinante de la producción animal, tiene efecto en la estructura de la pastura y condiciona la producción de forraje (Ungar, 1996).

## 2.6. COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN EL CONSUMO

La tasa de consumo y la calidad del forraje seleccionado por los rumiantes son las variables claves que el estudio del consumo trata de entender. Ambas son difíciles de medir, a esto se le suma su costo e incertidumbre arrojada en su medida, que lo hace ser una gran limitante en la predicción de la tasa de consumo diario. El estudio de factores que están correlacionados con la tasa de consumo y la calidad de el forraje consumido ayudan a poder entender estas variables claves. Las herramientas son por ejemplo las características del forraje consumido (altura) o componentes del comportamiento ingestivo como la tasa de bocado (Hodgson, 1982).

Existen 3 componentes del comportamiento ingestivo que logran expresar cómo se regula el consumo en el corto plazo; Consumo por bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo (Hodgson, 1986). Existen otros comportamientos que también pueden afectar indirectamente el consumo como lo son la rumia, el descanso, la excreta, la búsqueda (Arnold, citado por Hodgson, 1986) y el estado energético del animal (O'sullivan, citado por Hodgson, 1986). El bocado es la unidad fundamental del consumo. Dar un bocado es una serie de movimientos por parte de la cabeza y la boca que juntan forraje hacia adentro de la misma. El bocado es el forraje ingerido. La caracterización más simple del volumen de un bocado es un cilindro de una determinada área y profundidad. El peso del bocado es el producto del volumen de bocado y la densidad de forraje que se encuentra donde se realizó (Hodgson, 1986).

El consumo por bocado es un componente que varía principalmente por las características físicas de la pastura. Los factores que influyen el consumo por bocado son: primero la profundidad del horizonte dentro del canopeo que contiene principalmente hojas ya que esto incrementa la profundidad de bocado y así el volumen de éste. Segundo la densidad de forraje dentro del horizonte mencionado anteriormente (Kenny y Black 1984, Burlison y Hodgson 1985). El tiempo de pastoreo es el lapso que el animal pasa pastoreando y la tasa de bocado son los números de bocados que el animal da en determinado tiempo (Hodgson, 1982).

El tiempo de pastoreo por día depende de la calidad del forraje, el balance térmico y la disponibilidad de forraje en el corto plazo. Los animales reducen su tiempo diario de pastoreo cuando la digestibilidad del forraje disponible decrece y su tiempo de retención de la ingesta aumenta. Cuando la temperatura del día se encuentra dentro de la zona termo neutral del ganado, el 90% del pastoreo se da en el día. Durante períodos calurosos el ganado reduce el pastoreo de la tarde e incrementa el pastoreo al anochecer. Por otra parte cuando las temperaturas están por debajo de la zona termo neutral se evita el pastoreo nocturno pero incrementa el de la tarde (Stuth, 1991).

Stuth (1991), demostró con ganado de la raza brangus que en los meses de verano se registraron 5,45 horas de pastoreo entre las 18:00 PM y las 6:00 AM de las 9,95 horas diarias totales, resultando en un 54,77% de pastoreo nocturno y un 45,23% de pastoreo diurno. Por otra parte en el mismo experimento en invierno el pastoreo de 6:00 AM a 18:00 PM fue de 7 horas de un total diario de 8,65 horas, es decir un 81% de pastoreo se dió durante el día y un 52% del pastoreo diario total se concentró en la tarde (de 12:00 a 18:00 PM). La materia seca y las concentraciones de carbohidratos solubles de la pastura incrementan a lo largo del día ya que se van acumulando fotoasimilados (Orr 2001, Griggs et al. 2005). Al aumentar la concentración de carbohidratos no estructurales aumenta así la digestibilidad (Ciavarella et al. 2000, Linnane et al. 2001) y la palatabilidad (Provenza et al., 1998). Así es como Provenza (1996) sugirió que el comportamiento ingestivo podría estar relacionado a los cambios diurnos en la calidad de la pastura ya que los animales prefieren alimentos más digestibles o con mayor contenido de macronutrientes.

Existe evidencia de que los herbívoros evitan el pastoreo a la noche debido al riesgo de depredación percibido y así favorecen los patrones de pastoreo diurnos (Newman et al. 1995, Gregorini et al. 2005). Cuando la disponibilidad de forraje es restringida el animal aumenta su tiempo de pastoreo para compensar su consumo diario (Stuth, 1991). Cuando la altura de la pastura es menor el animal aumenta su tiempo de pastoreo y la tasa de bocado porque

el consumo por bocado es bajo (Hodgson, 1986). Scarlatto (2011), trabajando con vacas de cría en campo natural demuestra ésta teoría al observar que la oferta de forraje modificó el tiempo diario de pastoreo en primavera y otoño. La reducción de la oferta de forraje de 4 a 2, y de 5 a 3 kg MS/kg PV en primavera y otoño, determinó incrementos del tiempo de pastoreo de 35 y 63 minutos, respectivamente.

La tasa de bocado varía con las características de la pastura, cuando la altura o la biomasa de la pastura aumenta, la tasa de bocado tiende a disminuir principalmente porque el animal manipula más el alimento en vez de dar bocados verdaderos ya que el consumo por bocado es mayor y por la altura de la planta requiere más movimientos de prehensión del alimento (Hodgson, 1986).

Se puede decir que la estructura de la pastura influye sobre la tasa de bocado. Por ejemplo existen características de la pastura que expresan facilidad de colecta del forraje como la longitud de hoja, resistencia de ésta al ser arrancada y la textura de la misma, maximizan la intensidad del pastoreo (Boggiano, 1995).

Espasandín (1996), trabajando con novillos fistulados en campo natural mejorado con *lotus corniculatus* observó que a medida que transcurrían los días en la parcela la tasa de bocado de los novillos disminuía al haber cada vez menos proporción de forraje verde en la pastura por la defoliación.

## 2.7. SELECCIÓN DE LA DIETA

El alimento de los herbívoros es diverso y como consecuencia las decisiones del pastoreo son influenciadas por interacciones a través de múltiples componentes tanto del alimento como del animal. El comportamiento es afectado por experiencias pasadas del animal en el contexto bioquímico del alimento ingerido, incluyendo los tipos de nutrientes y su cantidad. También los compuestos secundarios de la planta ingerida y sus vecinas afectan la preferencia. Además las experiencias pasadas sirven para influenciar la preferencia y el consumo futuro (Provenza, 1996).

### 2.7.1. Selección y preferencia

Desde que se asume que los herbívoros son maximizadores de energía y se alimentan óptimamente, éstos ejercerán una presión de selección sobre los alimentos que ofrezcan una alta tasa de consumo instantáneo de nutrientes, sin los efectos negativos de los compuestos secundarios. En otras palabras, especies de plantas que ofrecen la más alta densidad de forraje verde con la

más alta concentración de nutrientes y la menor concentración de compuestos secundarios, van a ser más propensos a consumirse (Stuth, 1991).

Según Villalba y Provenza (2009) la selección de alimento en los animales puede ser interpretada como una búsqueda constante por sustancias en el medio externo que produce un beneficio homeostático en el medio interno. El ganado centra su selección en plantas que ofrecen la máxima cantidad de forraje verde por bocado (Stuth, 1991). La palatabilidad refiere a esos factores inherentes a la especie de planta que la hace ilícita a una respuesta selectiva por el animal (Stuth, 1991). Existen diferentes aproximaciones consideradas para entender y expresar las decisiones tomadas por los herbívoros en el pastoreo. Por ejemplo la preferencia del forraje es lo que seleccionan los animales con la menor cantidad de limitantes físicas (Parsons et al., 1994). La selección es definida como la preferencia modificada por factores ambientales (Hodgson, 1979). Así la preferencia puede ser vista como lo que un animal prefiere consumir en una situación ideal, mientras la selección engloba lo que termina consumiendo debido a algún tipo de límite biótico o abiótico (Rutter, 2006).

La preferencia incluye la elección de una especie entre dos o más especies de plantas y está influida por el comportamiento. El estatus de preferencia de una planta en particular depende de su abundancia, sus características morfo-fenológicas, la cantidad de especies que hay disponible y la especie del animal en cuestión. La preferencia depende de factores abióticos como lo son las condiciones climáticas y estacionales (Stuth, 1991).

## 2.8. MECANISMOS INVOLUCRADOS EN LA SELECCIÓN DE LA DIETA

### 2.8.1. Retroalimentación post-ingestiva y homeostásis

La preferencia por el alimento en herbívoros se desarrolla gracias al rol dinámico entre el sabor y la retroalimentación post-ingestiva, que son determinadas por la condición fisiológica del animal y las características químicas de la planta (Provenza 1996, Provenza y Villalba 2006). El gusto (así como el olfato y la vista) permite a los animales discriminar el alimento. Además, sabores y otras señales son herramientas que utilizan los animales para distinguir alimentos específicos. La retroalimentación post-ingestiva correlaciona el sabor de un alimento con la homeostasis. Si un alimento particular provee de químicos que son requeridos por el animal en determinado espacio y tiempo, éste va a asociar el sabor del alimento con el beneficio a su cuerpo y así la preferencia por este alimento se incrementará. Por otra parte, si un alimento provee químicos que resultan en efectos negativos en el animal o compuestos que no son requeridos en ese particular momento (ej. exceso de

nutrientes), la retroalimentación post-ingestiva causará un declive en la preferencia de ese alimento y su consumo. De esta manera es como los herbívoros preferencialmente consumen alimentos altos en nutrientes y bajos en toxinas, pero evitan nutrientes específicos cuando los requerimientos son cumplidos (Villalba y Provenza, 1999). Los herbívoros consumen toxinas cuando estas se complementan o cuando los alimentos que contienen toxinas le producen un beneficio al animal (Villalba et al., 2004).

Los rumiantes aprenden a discriminar entre distintos alimentos basándose en retroalimentaciones post-ingestivas de los nutrientes ingeridos (Villalba y Provenza, 2009). Por ejemplo, Emmick (2007) demostró que vacas lecheras alimentadas con altos niveles de proteína en la ración subsecuentemente evitan comer las plantas con altas concentraciones de nitrógeno al alimentarse en la pastura (Villalba y Provenza, 2009).

### 2.8.2. Aprendizaje social

Para los rumiantes el hecho de socializar incrementa la eficiencia del aprendizaje porque el animal ya no tiene que recurrir al ensayo y error para descubrir que alimento conviene ingerir de acuerdo a los efectos post-ingestivos (Villalba y Provenza, 2009). En el aprendizaje social la experiencia del aprendiz consiste en observar un modelo (por ejemplo su madre) que está expresando determinado comportamiento (Chance, 1988). Los animales sin experiencia una vez que están posicionados en el correcto espacio y tiempo del grupo social pueden aprender sobre los distintos alimentos disponibles y los beneficios de alimentos específicos o combinaciones de estos. Una vez que un individuo aprende, el nuevo comportamiento es transmitido a través del grupo formando parte del comportamiento ingestivo de las hembras, que luego pueden transmitir ese comportamiento a sus crías (Huffman, 2001).

### 2.8.3. Compuestos secundarios y toxinas

El ganado desarrolla preferencias por los alimentos que le proveen medicinas y nutrientes necesarios, y evitan aquellos que le brindan excesos de metabolitos secundarios y nutrientes. Para manifestar esta plasticidad, los herbívoros deben tener disponible una variedad de alimentos en vez de restringirse a un solo alimento o monocultivo. En condiciones naturales, donde la diversidad de plantas es la regla, y no la excepción, el consumo de una variedad de alimentos permite que los herbívoros alcancen sus requerimientos nutritivos. A ciertas dosis, los metabolitos secundarios pueden ser benéficos para los herbívoros, y favorecer la persistencia y adaptabilidad de la planta (Villalba y Provenza, 2009).

## 2.9. DISTRIBUCIÓN DEL PASTOREO

Los patrones de distribución de pastoreo de grandes herbívoros se ven afectados por factores abióticos, como la pendiente y la distancia al agua, y por factores bióticos como la cantidad y calidad del forraje. Los factores abióticos son los principales determinantes de los patrones de distribución a gran escala y actúan como restricciones para los mecanismos que involucran factores bióticos (Bailey, 1996). Existe una relación proporcional entre el tiempo que los herbívoros permanecen en una comunidad de plantas con la cantidad y calidad del forraje (Bailey, 1996). Los grandes herbívoros siempre centran sus sitios de pastoreo en fuentes de agua (Stuth, 1991).

La distribución de pastoreo en términos generales es el resultado de procesos y decisiones hechas en una variedad de escalas espaciales y temporales descritas en el cuadro 1. Diferentes niveles dentro de una jerarquía de comportamientos pueden ser definidos usando diferencias en la tasa del comportamiento o proceso en diferentes escalas espaciales y temporales (Bailey, 1996).

Cuadro 1. Escala y criterios de selección

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

Fuente: Senft et al. (1987).

La escala más pequeña es el bocado y es definido por la secuencia de prehensión de forraje, movimientos mandibulares, movimientos de la lengua y movimientos de la cabeza con el que junta el forraje (Laca, 1994a). La estación de alimentación fue definida por Novellie (1978) como el área de plantas disponible para el herbívoro sin mover sus patas delanteras (Bailey, 1996). Según Bailey (1996), un parche es un agregado de estaciones alimenticias separado de otros parches por un detenimiento en la secuencia de pastoreo, cuando el animal se reorienta para una nueva ubicación. Bailey (1996) definió un sitio de pastoreo como un agregado de parches en un área contigua donde los animales pastorean durante una sesión (delimitada por una interrupción de la acción de pastoreo para descanso, rumia, etc.). Un campo de pastoreo es un agregado de los diferentes sitios de pastoreo con un foco común donde los animales buscan agua, descanso o sombra. El nivel regional de pastoreo es definido por un agregado de campos de pastoreo definido por cercas, barreras, etc. En muchos casos, una región de pastoreo se constituye en un único campo de pastoreo (Bailey, 1996). Los herbívoros utilizan la información de los atributos del cuadro 1 para generar expectativas y luego tomar decisiones en el proceso del pastoreo. Además deben integrar información obtenida desde niveles espaciales menores (bocado, estación de pastoreo y parches) para

evaluar alternativas espaciales a niveles mayores (sitios de pastoreo, campo de pastoreo y región de pastoreo) (Senft et al., 1987).

Como la orientación al agua y la temperatura corporal óptima preceden a la necesidad de alimentarse hace que los herbívoros se alejen de estos niveles óptimos. La mayoría de los herbívoros primero cosechan la comida y luego se mueven a sitios de descanso dentro de los rangos de las necesidades principales para rumiar y digerir la comida ingerida en una previa sesión de pastoreo (Stuth, 1991).

Una sesión de pastoreo es un período de pastoreo que dura de una a cuatro horas aproximadamente y es procedida por comportamientos no relacionados al pastoreo como rumia y descanso (Valentine, 1947). Si el punto de partida para un pastoreo es el agua o el balance térmico la distancia subsecuente realizada por el animal es determinada en parte por la capacidad digestiva o la tasa de pasaje de la comida a través del animal y en parte también por el potencial de cosecha del forraje disponible, la velocidad de pastoreo potencial y el nivel de saciedad del animal (Stuth, 1991).

## 2.10. MECANISMOS DE PASTOREO INVOLUCRADOS EN LA DISTRIBUCIÓN

Bailey (1996), define a un mecanismo de pastoreo como un proceso o varios procesos en los que ocurre un patrón de pastoreo dado. Estos mecanismos nos ayudan a predecir patrones de pastoreo y la distribución de estos. Estos mecanismos están limitados por factores abióticos, por la memoria del animal y por la acuidad visual. Estos mecanismos y sus límites serán descritos abajo.

## 2.11. MECANISMOS NO COGNITIVOS

Los siguientes mecanismos no requieren el uso de la memoria cuando los animales pastorean y requieren muy poco juicio por el animal. Velocidad de pastoreo: la tasa a la cual los herbívoros transitan diferentes sitios del paisaje puede afectar el patrón de pastoreo. Movimientos más lentos a través de áreas con mayor cantidad de nutrientes hace que los herbívoros permanezcan proporcionalmente más tiempo en este tipo de sitios. Los animales se mueven más lento a través de sitios con mayor cantidad de nutrientes porque pasan más tiempo dando bocados que moviéndose y les toma más tiempo procesar el alimento (Laca et al., 1994b).

Se experimentó que cuando el ganado tiene para elegir entre dos parches que difieren en biomasa por un 50 % permanecen 3,5 más tiempo en el de mayor biomasa (Laca et al., 1993).

Frecuencia de giro y ángulos: cuando no hay señales ambientales obvias, los patrones espaciales en el pastoreo pueden resultar porque los animales responden a patrones de disponibilidad de forraje cambiando ángulos y frecuencia de giro (Bell, 1991). Los animales giran más de lo a menudo en parches ricos en nutrientes. Por otra parte el camino recorrido en una zona pobre en nutrientes es mucho menos tortuoso ya que los animales en seguida se dirigen a otro sitio.

Tasa de consumo: la tasa de consumo es otra explicación para distintos patrones de pastoreo observados porque está relacionado indirectamente a la disponibilidad de forraje (Forbes, 1988). Mayores tasas de consumo ocurren en sitios ricos en nutrientes. En la mayor cantidad de situaciones de pastoreo la tasa de consumo en el corto plazo es controlada principalmente por el tamaño de bocado que no siempre está relacionado a la disponibilidad de forraje (Laca, 1992).

Penning (1994) demostró que las pasturas con alturas similares pero diferentes estructuras resultan en diferentes tasas de consumo y tamaños de bocado. Aunque la tasa instantánea de consumo varía y puede ser limitada por la disponibilidad de forraje el consumo diario no es afectado porque los animales compensan aumentando el tiempo de pastoreo (Allison 1985, Demment y Greenwood 1988).

Ángulo de cuello: cambios en el ángulo del cuello pueden proveer un estímulo para iniciar movimientos a pequeña escala entre sitios de pastoreo (Jiang y Hudson, 1993). Como los animales alcanzan fuera de sus patas delanteras el cambio en el equilibrio puede disparar la locomoción y la selección de una nueva estación de pastoreo.

Pendiente: el gradiente de la pendiente es un importante determinante de la distribución de los herbívoros. Los animales probablemente reconocen cambios en la pendiente y utilizan esa información para mantener en sus contornos o para minimizar cambios en la elevación cuando pastorean (Mueggler 1965, Cook 1966).

## 2.12. MECANISMOS COGNITIVOS

Los mecanismos cognitivos afectan comportamientos que ocurren a pequeñas y grandes escalas. El aprendizaje y la memoria han demostrado

afectar la selección de la dieta y pueden ser importantes en la selección de sitios de pastoreo (Bailey, 1996). Modelo de aprendizaje de la selección de la dieta: La dieta seleccionada por los herbívoros es afectada por respuestas post-ingestivas por parte de los nutrientes y toxinas (Provenza y Cincotta, 1993). Los herbívoros asocian las características del alimento con sus consecuencias nutricionales y cambios temporales en la calidad del forraje y la concentración de toxinas. El modelo de aprendizaje del pastoreo aprovecha las consecuencias post-ingestivas del alimento seleccionado y el aprendizaje posterior para una correcta selección de la dieta. El alimento con consecuencias post-ingestivas negativas son evitados y alimentos con consecuencias post-ingestivas positivas son preferidos (Bailey, 1996).

Maximización momentánea: la maximización momentánea es un mecanismo que puede explicar la selección de la dieta y el movimiento a través del camino pastoreado (Senft et al., 1987). La maximización momentánea asume que los animales seleccionan la mejor opción disponible dada en cualquier momento (Staddon 1983, Provenza y Cincotta 1993).

Frecuencia del parche y la selección del sitio de alimentación: los herbívoros primero deben decidir donde comenzar a comenzar al inicio de cada sesión de pastoreo. Bailey et al. (1989) sugieren que los herbívoros podrían volver a los parches ricos en nutrientes y productivos y sitios de pastoreo más frecuentemente que los que son poco productivos. Durante un período de unas algunas semanas o meses los animales pasan proporcionalmente más tiempo en sitios productivos ya que pastorean más a menudo que en sitios pobres (Bailey, 1996).

La mayoría de los estudios en comportamiento ingestivo han examinado las decisiones y comportamiento que ocurren dentro de una sesión de pastoreo. Pocos son los estudios que han examinado en el día a día patrones de movimientos de los grandes herbívoros Bazely (1990) observó la ubicación del ganado en pasturas relativamente homogéneas durante períodos de 5 a 42 días. Los patrones de movimientos diarios no se daban al azar, y la ubicación del ganado temprano en la mañana dependía en la ubicación durante la mañana del día anterior. El ganado rara vez se observaba en la misma ubicación durante 2 días consecutivos. Usualmente se movían a una sección adyacente de la pastura al día siguiente. Aparentemente los animales pueden recordar y evitar sitios indeseados.

Bailey (1995) demostró que el ganado en zonas heterogéneas no vuelve a un sitio de pastoreo con menor calidad de forraje por 21 días seguidos y alternaban entre los 2 sitios de pastoreo con alta calidad de forraje. Estos estudios sugieren que la frecuencia con la que los herbívoros seleccionan los

sitios de pastoreos puede ser un factor importante en determinar los patrones de distribución de los estos (Bailey, 1996). La frecuencia del mecanismo de selección del parche y la selección del sitio de pastoreo asume que los animales pueden distinguir y recordar diferencias relativas en los niveles de nutrientes entre diferentes parches y/o sitios de pastoreo. También se puede asumir que los animales pueden recordar donde pastorearon al menos hace algunas horas (memoria de corto plazo) así pueden evitar parches recientemente pastoreados (Bailey, 1996).

### 2.13. MECANISMOS BASADOS EN MODELOS DE PASTOREO

Modelos basados en reglas: los mecanismos de pastoreo en algunos modelos asumen que la búsqueda por los parches es hecha al azar (Minle, 1992), mientras otros modelos usan reglas simples para localizar parches y sitios de pastoreo dentro del hábitat del animal. Por ejemplo, Hyman et al. (1991) determinaron 4 reglas: conformidad propia del animal, distancia entre otros parches, presencia de otros animales y el tiempo transcurrido desde la última visita. Estas 4 reglas describen los movimientos de un herbívoro en un modelo de pastoreo de distribución espacial (Turner, 1993). También desarrollaron un modelo espacial en que los herbívoros se mueven entre sitios de acuerdo a 1 de 3 reglas. Cada regla asume diferentes habilidades cognitivas del herbívoro. La regla más simple es moverse al mejor sitio adyacente. Las otras reglas son: moverse al sitio más cercano con recursos disponibles y mover en la mejor dirección de todos los recursos disponibles Turner (1993) reportaron que cualquier regla sirve si los recursos son abundantes. Si estos fueran escasos la capacidad de discernir y moverse a sitios con mayores recursos reduce la mortalidad.

Teoría del pastoreo óptimo: existen varios estudios de patrones de pastoreo relacionados a esta teoría. La teoría provee una aproximación funcional para estudiar comportamientos de pastoreo incluyendo selección de la dieta, selección de parche y movimientos (Schoener 1971, Pike 1984). La teoría del valor marginal propuesta por Charnov (1976), es una aproximación de la teoría del pastoreo óptimo y explica mecanismos de distribución de los herbívoros.

### 2.14. TEORÍA DEL VALOR MARGINAL

Una vez que la expectativa decae hacia un nivel cerca del valor de referencia, el parche será seleccionado. El valor de referencia es el promedio de 4 días de sitios percibidos por el animal y refleja el valor de los sitios recientemente visitados. Si un herbívoro selecciona solo el mejor lugar el valor de referencia va a incrementar hasta un nivel equivalente al mejor sitio (Bailey,

1996). Este modelo predice que los animales alternan entre similares sitios alternativos. En un área homogénea, los valores de los sitios percibidos están cerca del valor de referencia. Los animales permanecerán en ese sitio hasta que la expectativa decaiga por debajo del valor de referencia. Laca et al. (1993), Bailey (1996), demostraron que el ganado optimizaba el consumo en parches que variaban en altura y espaciamento, consistentes con predicciones con la teoría del valor marginal. El ganado modificó la permanencia en el parche en función a una combinación factorial de 3 alturas de parche y 3 distancias interparches. Distel et al. (1995) observaron que el ganado seleccionaba sitios de pastoreo donde la tasa de consumo era más alta, y el tiempo dedicado a varios sitios de pastoreo fueron al menos cualitativamente consistente con predicciones de la teoría del valor marginal.

## 2.15. LÍMITES IMPUESTOS POR LAS HABILIDADES DE LOS HERBÍVOROS

**Memoria espacial:** la memoria espacial puede durar por más de 20 días y además incrementa la eficiencia del pastoreo del ganado (Laca, 1995). En su experimento el ganado recordó por 20 días la ubicación de 20 bandejas que contenían alimento en un conjunto de 64 bandejas.

Los grandes herbívoros pueden recordar la ubicación y la disponibilidad relativa del alimento (memoria de referencia) por al menos 20 días y pueden recordar que sitios fueron recientemente consumidos (memoria de trabajo) por al menos 8 horas. Tanto la memoria de trabajo como la de referencia son de gran importancia en distintos niveles de selección. La memoria de trabajo puede ser importante en una estación de pastoreo, parche o incluso niveles más grandes. El uso de la memoria de trabajo es limitado si transcurre un largo tiempo entre las decisiones. La memoria de referencia puede ser usada a niveles más grandes, desde parches hasta región de pastoreo. El uso de la memoria de referencia a niveles más pequeños es limitado por la gran cantidad de alternativas a ser recordadas (Bailey, 1996).

**Percepción:** los herbívoros deben percibir diferencias entre partes de plantas, plantas y estaciones de pastoreo así pueden seleccionar entre distintas alternativas (Bailey, 1996). El ganado tiene una precisa habilidad perceptual y discriminatoria (Bazely, 1990). El ganado, ovejas y caballos pueden distinguir colores formas y asociar estas pistas con la ubicación del alimento (Kidunda y Rittenhouse, 1992). Cuando están pastoreando pasturas heterogéneas el ganado es capaz de distinguir estaciones de pastoreo que difieren del resto por menos de 5 cm de altura (Laca et al., 1993). No está muy claro si son capaces de percibir directamente grandes unidades de selección espacial por esta razón la selección de sitios de pastoreos puede resultar de la información generada a escalas más pequeñas (Bailey, 1996).

## 2.16. TEORÍA DEL PASTOREO ÓPTIMO

Esta teoría provee una aproximación funcional para el estudio de comportamientos en pastoreo incluyendo la selección de dieta, selección de parche y movimientos (Schoener 1971, Pike 1984). La teoría del pastoreo óptimo asume que el fitness está relacionado al comportamiento ingestivo, y que éste es heredable y que la energía y proteína del alimento puede ser identificada a través del comportamiento ingestivo con el fitness (Pike, 1984).

## 2.17. EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN EN EL CAMPO NATURAL SOBRE EL CONSUMO

Estudios de los efectos de la intervención en el campo natural ya sea la fertilización nitrogenada o el mejoramiento con leguminosas, sobre el comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo son escasos en la bibliografía.

Holmes y Lang (1963) estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada en el consumo de novillos, no encontraron diferencias en el consumo de forraje en pasturas fertilizadas con dos niveles de nitrógeno, alto y bajo. Respuestas más altas a la fertilización nitrogenada fueron encontradas en pasturas tropicales donde el consumo aumentó un 78% (Minson y McLeold, 1972), considerando como la razón más probable para esta respuesta, los bajos niveles de nitrógeno en los testigos.

Mazzanti (1997) encontró para festuca que la fertilización nitrogenada con 100 unidades de urea, permitió mantener cargas de 293 kg de peso vivo por hectárea a una ganancia diaria de 0,99 kg de peso vivo. Por otra parte la misma variedad de festuca sin fertilizar mantuvo una carga de 174 kg de peso vivo por hectárea a misma ganancia diaria (1,00 kg). Nos referimos a esto ya que podría estar explicando que la fertilización permite mayores producciones de forraje. A pesar de que el consumo individual fue el mismo, dado por las mismas ganancias, el tratamiento fertilizado permitió una carga mayor, debido a la mayor disponibilidad de forraje.

Según Wilman y Wright, citados por Boggiano (2000), con la aplicación de nitrógeno y el manejo del pastoreo se pueden modificar las características de las pasturas (tamaño, número de tallos, expansión de hojas, tamaño final de las hojas) obteniéndose una recuperación más rápida del área foliar, permitiéndose de esta manera defoliaciones más frecuentes. Las hojas más largas y el perfil de la pastura más alto permiten una superficie fotosintetizante más grande y distribuida homogéneamente en el perfil de la pastura presentándose así más accesible para los animales en pastoreo.

Boggiano (2000) demostró en campo natural con dosis alta y baja de nitrógeno que los tratamientos de dosis alta para asignaciones de forraje de 4 y 6 kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo se observó un forraje desaparecido mayor en los tratamientos de dosis alta de nitrógeno que en los de baja dosis. Para la oferta de 4 kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo los desaparecidos fueron de 0,92% y 1,80% del peso vivo para dosis de nitrógeno baja y alta respectivamente, reflejándose un aumento del 98% del desaparecido. Para la oferta de 6 kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo el incremento del forraje desaparecido fue de 1,61% del peso vivo en el tratamiento bajo en nitrógeno a 2,52% del peso vivo en el tratamiento alto en nitrógeno. Es importante referirnos al consumo y su relación con la asignación de forraje ya que influyen sobre el comportamiento ingetivo, más aún si los tratamientos modifican el mismo.

Montossi et al. (2000), trabajando con ovinos demostraron que en condiciones de alta disponibilidad de forraje tanto en campo natural, campo natural fertilizado con nitrógeno y campo natural mejorado con leguminosas, es posible que la productividad animal disminuya como consecuencia del aumento de los restos secos en la dieta de los animales. Éstos además tienen un efecto negativo en su consumo voluntario ya que el aumento de los restos secos genera deficiencias en proteína cruda.

## 2.18. VALOR PASTORAL

Para tener una evaluación indirecta de la productividad de las pasturas se eligió el valor pastoral (VP) que permite jerarquizar las vegetaciones según su calidad, ya que éste índice depende de la composición florística y del valor relativo de las especies (Deplech 1960, Daget y Poissonet 1971). Con este índice es posible caracterizar el valor de diversos ambientes de un potrero y con distintos modos de explotación; comparar potreros, o sus partes, de una región y entre regiones, así como seguir la evolución de estas vegetaciones a través de las estaciones y los años (Berretta, 1988). El índice de calidad específica, que traduce el interés zootécnico de las especies de nuestras forrajeras nativas está basado en los tipos productivos (Rosengurtt, 1943). Los estudios analíticos que se llevan a cabo y los que están proyectados permitirán un mejor ajuste de esta clasificación. El valor pastoral (VP) de una pastura se obtiene multiplicando las contribuciones de las diversas especies por los índices correspondientes, sumándose los valores obtenidos. Los resultados se expresan sobre 100:

$$VP = 0,2 \sum_{I=1}^n CE_I \times IE_I$$

Dónde: CE<sub>i</sub>=contribución específica de la especie i

IE<sub>i</sub>=índice específico de la especie i

0,2 = Es un coeficiente, variable según la escala utilizada destinado a expresar los resultados sobre 100.

Fuente: Berretta (1988)

Para obtener una expresión más ajustada del valor pastoral, es necesario realizar una corrección en función del recubrimiento de la vegetación, la cual consiste en quitar la parte sin vegetación que se encuentra en cada zona o estación ecológica. A este valor que se le resta el recubrimiento de suelo desnudo, restos secos y piedras, se le llama valor pastoral corregido, VP<sub>c</sub> (Berretta, 1981). Por lo general en verano aumenta el recubrimiento del suelo por la vegetación y el valor pastoral corregido tiene una diferencia menor con el valor pastoral en sí (Berretta, 1981).

## 2.19. INDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

Como el estrés calórico puede reducir el consumo y por lo tanto el comportamiento ingestivo de los animales se intentó buscar una manera de relacionarlo con el ambiente, a través de la temperatura y humedad. Con el Índice de Temperatura y Humedad Es posible cuantificar el estrés calórico a través de un índice biometeorológico que considera la temperatura y la humedad del aire (Índice de Temperatura y Humedad, ITH) desarrollado por Schlatter (1975). La zona de confort térmico para vacas lecheras en producción toma valores de ITH entre 35 y 70. Se han caracterizado distintas categorías de estrés calórico según la magnitud del ITH Institute, (1970): 1) mayor a 72 la producción de leche comienza a ser afectada; 2) alerta, ITH entre 74 - 78, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales; 3) peligro, ITH entre 78 – 82, la productividad de los animales es altamente disminuida y es necesario tomar medidas de protección como enfriamiento o dietas adecuadas y 4) emergencia, ITH de valores mayores a 82, puede ocurrir la muerte de los animales, por lo que todas las medidas para el enfriamiento de los animales son recomendadas (Saravia, 2009).

## 2.20. HIPÓTESIS DE TRABAJO

1-Los tratamientos van a generar modificaciones en la altura y composición química de la pastura, que van a repercutir en la distribución del tiempo por la actividad de comportamiento ingestivo.

2-Al transcurrir los días en la parcela van a haber cambios en la altura de la pastura que tendrán impacto sobre el comportamiento ingestivo.

3-La calidad de la pastura va a generar cambios en el tiempo de pastoreo modificando la tasa de bocado como consecuencia de una mayor selectividad.

4-La actividad de pastoreo efectivo y la tasa de bocado disminuyen cuando la altura de la pastura aumenta, ya que el consumo por bocado será mayor.

5-Las variaciones diurnas del ITH van a modificar el patrón de comportamiento en pastoreo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento fue llevado a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la, Facultad de Agronomía, departamento de Paysandú ruta 3 km 363, Uruguay en el potrero No. 18 (32° 20'9" Latitud Sur y 58° Longitud Oeste). El período experimental corresponde a verano/otoño del 2015, con inicio el 3 de febrero finalizando el 16 de abril.

Los suelos pertenecen a la unidad San Manuel, conforme a la clasificación de los suelos del Uruguay, escala 1:100000 (Altamirano et al., 1976). Donde predominan brunosoles éutricos, lúvicos y solonetz, cuya transición pueden existir fases alcaninas en las zonas altas, encontrándose en las laderas brunosoles éutricos típicos asociados a planosoles éutricos y melánicos en las convexiones. La unidad se desarrolla sobre lodolitas de la formación geológica Fray Bentos (Bossi, 1966).

#### 3.2. ANTECEDENTES DEL ÁREA Y VEGETACIÓN

El área experimental corresponde a un campo natural sin historia agrícola. El mismo se caracteriza por tener tres estratos vegetales. El estrato alto dominado por especies arbustivas del monte parque, característico de zonas cercanas al Río Uruguay, apareciendo *Acacia caven* (espinillo) y *Prosopis affinis* (ñandubay) como dominantes y especie asociada *Gledyza spp.* En el estrato medio aparecen especies subarbustivas como *Baccharis coridifolia*, *Baccharis punctulata*, *Baccharis trimera*, *Eupatorium buniifolium* y *Eryngium horridum*, y asociadas a estas los rebrotes de las especies del estrato alto. Conjuntamente con estas especies aparece un tapiz herbáceo como estrato bajo, conformado por una vegetación dominada por gramíneas, de variable valor pastoril, donde se destacan por su frecuencia y participación *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Botriochloa laguroides*, *Axonopus affinis*, *Setaria geniculata*, *Paspalum plicatulum*, *Bouteloa megapotamica* como estivales y *Bromus auleticus*, *Piptochaetium stipoides*, *Stipa Setigera* como invernales. Como leguminosas asociadas se destaca *Desmodium incanum* (Larratea y Soutto, 2013).

#### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental corresponde a bloques completos al azar, con 4 repeticiones y 4 tratamientos. Los tratamientos consisten: campo natural sin intervención, campo natural mejorado con trébol rojo (*Trifolium pratense*) sembrado a 6 kg por hectárea y *Lotus tenuis* sembrado a una densidad de 6 kg

por hectárea más 100 kg por hectárea de 7-40-40-0 + 4 % de azufre, campo natural fertilizado con 60 unidades de nitrógeno en forma de urea, más 40 unidades de fósforo 7-40-40-0 más 4 % de azufre, y campo natural fertilizado con 120 kilos de nitrógeno y 40 unidades de fósforo 7-40-40-0 más 4 % de azufre. Dado que el experimento empezó en setiembre del 2014 al momento del período de estudio en los tratamientos nitrogenados sólo se había aplicado la mitad de la dosis. La superficie de las parcelas varió según el tratamiento, en los tratamientos fertilizados con nitrógeno las parcelas varían entre 0,25 y 0,28 hectáreas, las parcelas de campo natural y el campo natural mejorado varía entre 0,64 y 0,84 hectáreas. Los tratamientos fertilizados con nitrógeno tuvieron parcelas con menor superficie que el resto de los tratamientos con el fin de compensar la misma con la mayor producción de forraje ya que el nitrógeno aumenta el crecimiento de la pastura.

Los bloques ocuparon proporciones similares de cada tipo de suelo del área de estudio ya que la heterogeneidad dentro del área no permitió bloquear por tipo de suelo. No ocurrió esto con la pendiente donde los distintos bloques variaron en cuanto a ésta.

Se utilizaron novillos Holstein de edad entre 12 y 24 meses, la carga en cada parcela fue asignada según disponibilidad de forraje para obtener ofertas de forraje de variable medida en materia seca por 100 kg de peso vivo (ver anexos 11, 12, 13 y 14). El pastoreo fue rotativo con períodos de pastoreo de 6 a 7 días y períodos de descanso de 21 días determinando ciclos de pastoreo de 28 días en promedio. Permitiendo así el máximo crecimiento del tapiz anticipando el aumento de la proporción de restos secos que empeoran la performance animal. Los novillos tester que se mantuvieron fijos en las parcelas fueron 4 en los tratamientos de campo natural y campo mejorado y entre 2 y 3 en los tratamientos nitrogenados. Para los tratamientos de campo natural y campo natural mejorado además de los testers se incluyeron entre 3 y 12 novillos volantes para el ajuste de la carga, variando la cantidad de los mismos a lo largo del experimento. Se estudió el comportamiento ingestivo 3 veces por semana donde el primer día coincide con el primer día de pastoreo en el bloque, el segundo día es en el medio de la semana y el tercer día es el último día antes de que los animales se cambien de bloque.

### 3.3.1. Determinaciones en la jornada

La jornada de mediciones comenzaba desde la salida del sol hasta la puesta del mismo, donde se registró la actividad de los novillos cada 10 minutos, siendo las opciones agua (ag), descanso (d), rumia (ru), pastoreo de búsqueda (pb) y pastoreo efectivo (pe).

También cada 2 horas dentro de una sesión de pastoreo se midió en los novillos tester el tiempo en realizar 60 bocados. Si transcurrían en la medición aproximadamente 15 segundos entre bocado y bocado se descartaba la medida y se comenzaba de nuevo.

Por último se dividió las parcelas en cuadrantes imaginarios con respecto al norte (3 cuadrantes en las parcelas de 0,25 a 0,28 hectáreas y 4 en las de 0,64 a 0,84 hectáreas). De ésta manera se registró la ubicación de los animales en los cuadrantes en cada parcela. Esta medición se realizaba al mismo tiempo que se medía el tiempo en realizar 60 bocados a los tester porque en este momento están todos pastoreando efectivamente.

Se midió también altura de la pastura (parámetro de importancia en el comportamiento ingestivo) en cada parcela realizando 150 mediciones en las parcelas grandes y 75 mediciones en las pequeñas. Las mediciones de altura se realizaron con una regla milimetrada, registrándose la altura de la hoja verde más alta que contactaba con la regla.

Los kg de materia seca presente en cada día se estimaron utilizando la siguiente formula, la cual correlaciona la materia seca presente con la altura de la pastura.

$$Kg MS = 307 + 146x \quad (R^2 = 0,75)$$

Se calculó la oferta de forraje dividiendo los kg de materia seca disponible en cada parcela entre los kg de peso vivo totales que ocupaban la parcela semanalmente. Se expresó en kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo.

Para representar la calidad del forraje cosechado por los animales se realizaron muestreos en cada parcela mediante el método hand-plucking (Coates y Penning, 2000) durante la mañana y la tarde.

### 3.3.2. Procesamiento de datos

Los datos se agrupan con respecto a dos períodos definidos según el fin de verano-principio de otoño, identificándose dentro de cada período los días de comportamiento ingestivo.

Para el estudio del comportamiento animal se definieron 4 turnos de 3 horas cada uno (7:30 a 10:30, 10:30 a 13:30, 13:30 a 16:30, 16:30 a 19:30).

Para toda la jornada se calculó la frecuencia de animales cada 10 minutos realizando cada actividad y así la proporción en porcentaje de cada actividad a partir del total de animales de la parcela.

Además se calculó por cada animal la cantidad de veces que realizó cada actividad en toda la jornada de estudio, se promedió este número entre la cantidad de animales en cada parcela, y así se obtuvo un promedio general en porcentaje de cada actividad. Para pasar el porcentaje de las actividades a tiempo en minutos se multiplicó la proporción por el promedio del tiempo de duración de los días de estudio de todo el período experimental en minutos.

Los datos de frecuencia y proporción de las actividades fueron ordenados en los 4 turnos definidos. Se calculó el tiempo dedicado a cada actividad multiplicando el promedio general por la duración de cada turno (3 horas).

Para el cálculo de bocados por minutos se transformó la información de tiempo en realizar 60 bocados a la tasa expresada como bocados por minuto. Se multiplicó 1 minuto por 60 bocados dividido por el tiempo en realizar 60 bocados. Los datos de bocados por minuto fueron ordenados en los 4 turnos definidos. Como se realizaron de dos a tres mediciones por turno, por tester, se calculó el promedio de bocados por minuto para cada tester.

Con las alturas se realizó un promedio por día de medición en cada parcela, obteniendo así la evolución de la altura a través de tres momentos de medición durante el ciclo de pastoreo, el primer día el último día de pastoreo y una tercera medición entre las 2 primeras. Además se le calculó desvío estándar de la altura.

La posición en el cuadrante fue ordenada en cada uno de los turnos definidos y se calculó la frecuencia y la proporción del total de animales en cada cuadrante. Este dato se relacionó con el valor pastoral de cada cuadrante.

El valor pastoral para cada cuadrante, se calculó a partir de la proporción en superficie que ocupaban los distintos tipos de suelos y el valor pastoral correspondiente a la vegetación desarrollada sobre cada tipo de suelo.

En cuanto a las muestras de forraje estas fueron molidas y mezcladas para luego analizar en el laboratorio. Se mezcló para cada tratamiento las muestras de mañana y de tarde de los 3 días de estudio (en partes iguales) en el bloque, formando una mezcla compuesta representativa de la parcela en la semana donde los animales estuvieron pastoreando. De esta manera se obtuvieron 4 muestras compuestas, por bloque a través de 6 semanas de

muestreo dando un total de 24 muestras compuestas en todo el período de estudio.

En el laboratorio de la facultad de agronomía se analizaron las muestras de forraje obteniéndose datos de porcentaje de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, lignina y cenizas.

#### 3.4. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

Las variables climáticas que se consideraron fueron; Temperatura del aire (°C) y la humedad (%). Estas se midieron en la estación meteorológica de la Estación Experimental de Mario A. Cassinoni (EEMAC), registrándose sus valores cada media hora durante todos los días en que transcurrió el experimento.

Los valores con los cuales se calculó el ITH son los que corresponden a los turnos de pastoreo, mencionados anteriormente. El cálculo del ITH se expresa en la siguiente ecuación tomada de (Schlatter, 1975):

$$ITH = (1,8 \times T + 32) - ((0,55 - 0,0055 \times HR) \times (1,8 \times T - 26))$$

Donde T es la temperatura del aire y HR la humedad relativa.

#### 3.5. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO

Para estimar el agua almacenada en el suelo durante el período de evaluación se realizó un balance hídrico, basándose en la metodología de Thornthwaite y Mather (Pereira, 2005).

El almacenaje de agua en el suelo se obtuvo a partir de datos promediados según trabajos previos sobre los suelos predominantes en el potrero de estudio (Larratea y Soutto, 2013).

El Kc se estimó ya que al tratarse de un campo natural no existen datos de referencia.

Las variables ET (mm) y PP (mm) siendo evapotranspiración real y precipitaciones se midieron en la estación meteorológica de la Estación Experimental de Mario A. Cassinoni (EEMAC), registrándose sus valores cada media hora durante todos los días en que transcurrió el experimento. Éstas variables fueron expresadas mensualmente.

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información se resumió en promedios, desvíos estándar y las correlaciones simples entre variables según tratamiento y periodo.

Fueron realizados análisis de varianza según el DBCA, para cada periodo de estudio.

Las medias se compararon mediante el test de Tukey al nivel de significación de 5%.

También fueron realizados análisis de correlación y regresión múltiple entre variables.

Fue utilizado el programa Infostat, versión estudiantil.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + Turk + \tau \times Turik + \epsilon_{ijk}$$

Siendo

$\mu$ =media

$\beta$ =bloque

$Turk$ =efecto turno

$\tau_i$ = efecto tratamiento

$Turik$ = efecto turno por tratamiento

$\epsilon_{ikj}$ = error

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

#### 4.1.1. Precipitaciones, temperatura y humedad

En el cuadro 2 se presentan las precipitaciones (mm), temperaturas (°C) y humedad relativa (%) promedio de cada semana de los dos períodos experimentales.

Cuadro 2. Precipitaciones (PP mm), temperatura (T° C) y humedad (HR%) por semana dentro de los períodos de estudio.

		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Período 1	PP(mm)	0,3	8,1	33,0	28,7
	T (°C)	25,8	23,6	22,9	23,4
	HR (%)	71	65	72	77
		Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
	PP(mm)	39,1	0	0	0,5
	T (°C)	23,8	25,1	21,8	18,5
	HR (%)	75	67	62	70
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Período 2	PP(mm)	0	0	36,1	0
	T (°C)	20,7	21,7	20,3	18,4
	HR (%)	58	60	66	58

Se destacan para ambos períodos las escasas precipitaciones, principalmente en el período 2 donde en cuatro semanas llovió solamente 36,1 mm. Se registraron mayores temperaturas en el período 1, con respecto al período 2 y sucedió lo mismo para el porcentaje de humedad relativa. Estas condiciones repercuten en la calidad (por acumulación de material muerto) y cantidad de forraje producido (porque disminuye crecimiento) por la pastura natural, lo cual puede afectar el comportamiento ingestivo de los animales, así como también es afectado por el ITH. Las diferencias entre períodos para alturas de la pastura según día de permanencia en la parcela se observan en los anexos 1 y 2.

En las figuras 1 y 2 se puede apreciar el contraste entre los períodos 1 y 2, con lo que respecta a estructura, calidad y altura de forraje.

Figura 1 período 1.

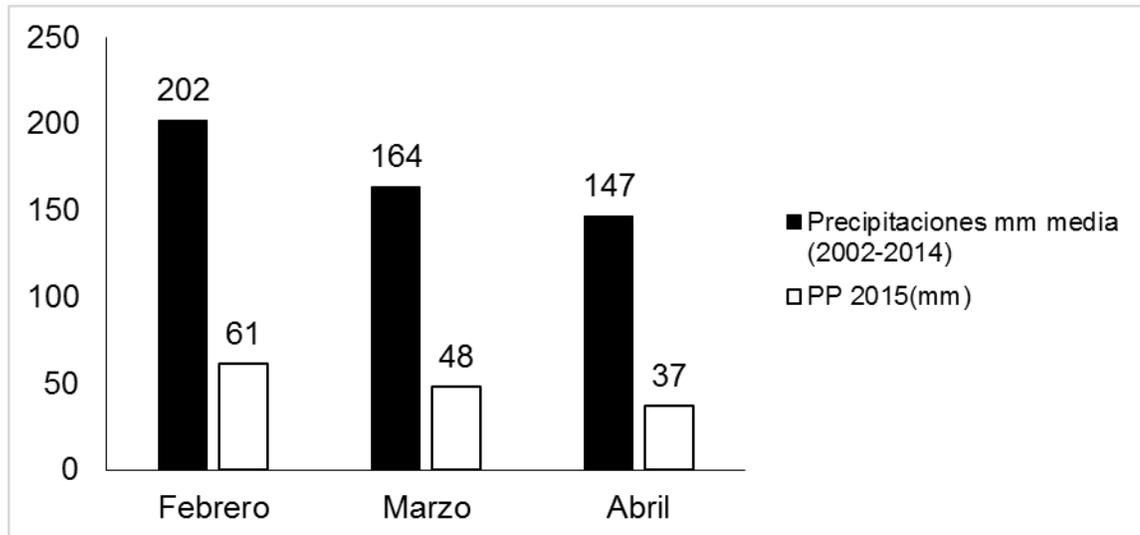


Figura 2 período 2.



En la figura 3 se observan las precipitaciones en el período de estudio comparadas con las precipitaciones medias desde el 2002 al 2014 para el mismo período.

Figura 3. Precipitaciones (mm) mensuales en el período de estudio (PP 2015) y promedio del 2002-2014



El período de estudio tuvo una menor cantidad de precipitaciones que la media histórica para todos los meses, teniendo en febrero y marzo un 70% menor de precipitaciones y para abril un 75% menor. En el período de estudio las diferencias con la media histórica se van reduciendo de febrero a abril.

El cuadro 3 es un balance hídrico donde se considera las precipitaciones (mm), evapotranspiración real (mm), Kc que corresponde al coeficiente del cultivo (mm) y almacenaje del suelo (mm), para los meses de enero a abril. El mismo siguió el procedimiento de Thornthwaite-Mather (Pereira, 2005).

En el cuadro se incluye el mes de enero porque fue un mes donde hubo altas precipitaciones que condicionó positivamente sobre el balance hídrico. Así fue que las menores precipitaciones de febrero fueron mitigadas por el agua almacenada en el suelo en el mes de enero. De esta manera se considera que el período 1 no fue tan seco como el período 2 ya que se supone que febrero partió con el máximo almacenaje de agua en el suelo.

Por otra parte en el período 2 la deficiencia hídrica fue más pronunciada que el período 1 ya que se tuvo para abril una ET 105 mm y llovió 36 mm. Por lo tanto se pueden diferenciar 2 ambientes durante el período de estudio que van a repercutir en la producción de la pastura y su calidad que son variables que influyen en el comportamiento ingestivo.

Cuadro 3. Balance hídrico para ambos períodos del experimento

	Enero	Período 1		Período 2
		Febrero	Marzo	Abril
PP (mm)	288	61	48	36,1
ET (mm)	149,5	131,5	122	105
Kc (mm)	1	1	1	1
Almacenaje (mm)	0	80	8,5	0
Balance (mm)	137,5	8,5	-66,5	-69,9

#### 4.1.2. Índice de temperatura y humedad

En el cuadro 4 se presenta el ITH registrado en cada día, turno y el promedio diario en el período de estudio. Los valores mínimos de ITH se encuentran en el turno 1, que va desde 7:30 a 10:30 y luego se observa un aumento del ITH hasta el turno 3 con una ligera caída en el turno 4. Esto es porque en el turno 1 se da menor radiación y temperatura del día y luego estas variables van incrementándose hacia el mediodía y la tarde (turnos 2 y 3).

Cuadro 4. Índice de temperatura y humedad por fecha según turno diario y promedio del día

	Fechas	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4	Promedio
Periodo 1	03/02/2015	72	77	79	78	76
	06/02/2015	72	79	81	80	78
	09/02/2015	69	77	81	81	77
	11/02/2015	68	75	77	77	74
	13/02/2015	64	72	74	74	71
	15/02/2015	66	75	78	77	74
	18/03/2015	69	77	78	75	75
	20/03/2015	74	75	77	78	76
	23/03/2015	74	68	71	69	71
	24/03/2015	62	68	68	65	66
	26/03/2015	59	65	68	66	65
Periodo 2	09/04/2015	63	74	76	74	72
	13/04/2015	68	77	78	75	75
	14/04/2015	64	75	76	73	72
	16/04/2015	68	74	76	74	73

Por último es importante mencionar que el ITH promedio para los 2 períodos es de 73. Por lo tanto a pesar de que no haya diferencias de ITH entre períodos las hay a lo largo del día.

Por otro lado se destaca que en todos los tratamientos hay sombra y agua, característico del monte de parque, el cual predomina en el área de estudio. Por lo tanto el confort animal es bueno. Por eso, la importancia del ITH disminuye como índice de confort ambiental del animal.

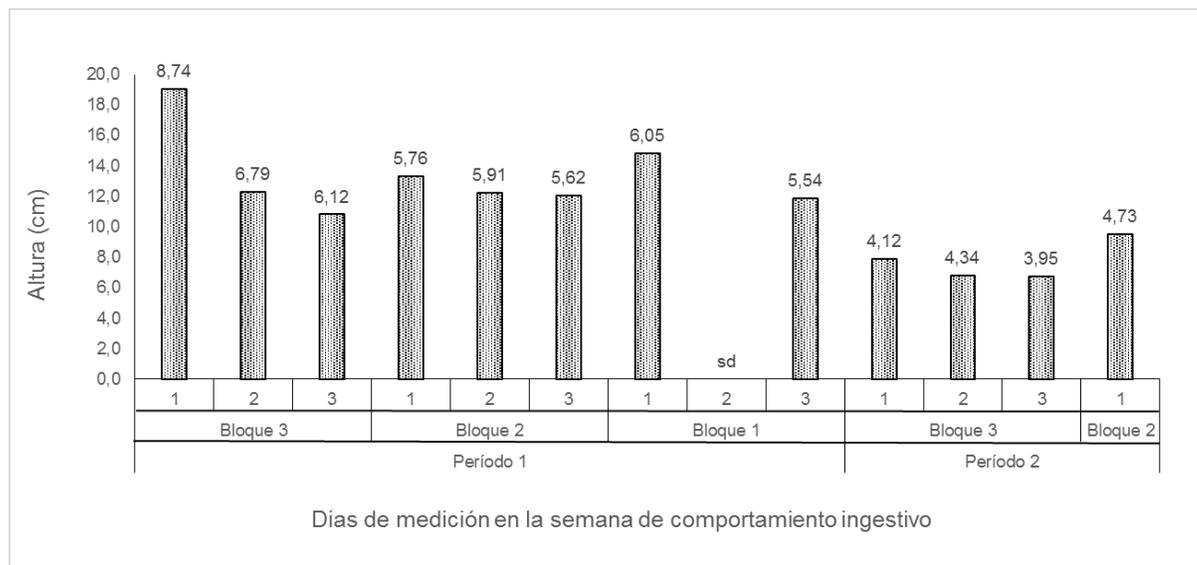
### 4.1.3. Condiciones de la pastura

#### 4.1.3.1. Altura de la pastura

Con el fin de caracterizar la pastura durante el período experimental se discutirá los resultados promedio de altura, disponibilidad de forraje y calidad de éste. No se encontraron diferencias significativas para ésta variable en ningún tratamiento, período ni día de permanencia de la parcela.

En la figura 4 se representan para el tratamiento de campo natural las alturas promedio de la pastura (cm) correspondiente a los días de entrada (1), medio (2) y salida (3) de la permanencia de los novillos en las parcelas estudiadas, ordenados cronológicamente según el ingreso a los bloques. La figura también muestra el desvío estándar de la altura correspondiente para cada día.

Figura 4. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de campo natural a través de bloques en el período experimental



A lo largo del período experimental se registró un descenso en la media y el desvío de la altura entre entrada y salida, lo que estaría mostrando una pastura más baja y más homogénea en la salida de los animales de la parcela.

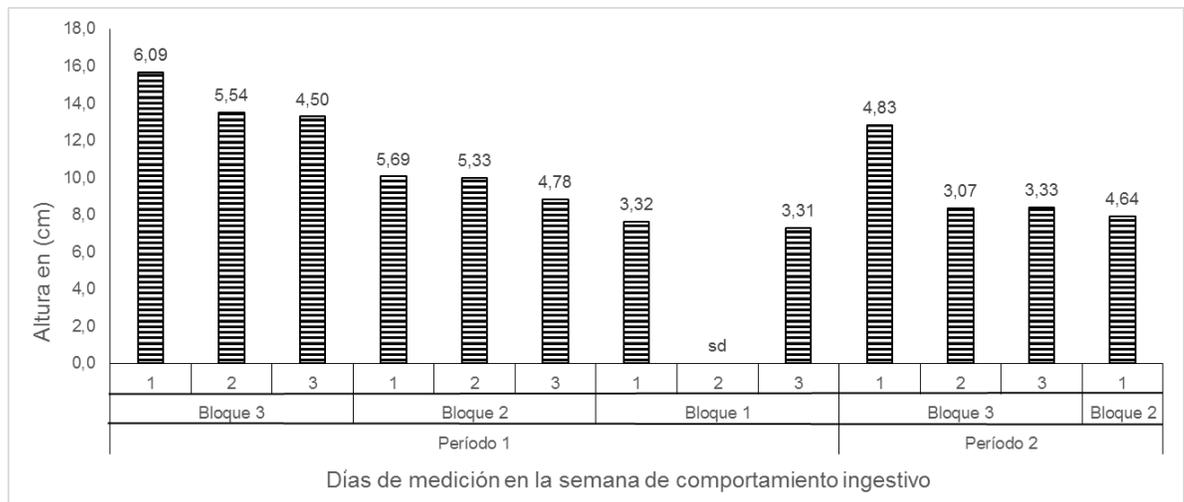
En la entrada del bloque 3 en el período 1 el desvío estándar de la altura de la pastura es de 8,7 cm con un coeficiente de variación de 46% mostrando una pastura de mayor altura y más heterogénea que a la salida de

éste bloque donde la media es de de 10,8 cm y tiene un desvío de 6,12 cm y así un coeficiente de variación de 56%.

Los días 2 y 3 del bloque 3 del período 2, tienen medias de 6,8 y 6,7 cm y desvíos estándar de 4,3 y 4,0 cm respectivamente. A pesar de que estos últimos no sean tan altos comparados con los mismos días del período 1, poseen un elevado coeficiente de variación siendo un 64% y 59% para el día 2 y 3 respectivamente. Esto podría indicar que las alturas encontradas en esos momentos estén más alejadas del promedio, relacionado a una mayor heterogeneidad de la pastura.

En la figura 5 también se representa las alturas promedio de la pastura (cm) con respecto a los días de entra (1), medio (2) y salida (3), correspondiente a cada bloque ordenados cronológicamente, pero para el tratamiento campo natural mejorado. También se puede observar los desvíos estándar correspondientes.

Figura 5. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de campo natural mejorado a través de bloques en el período experimental



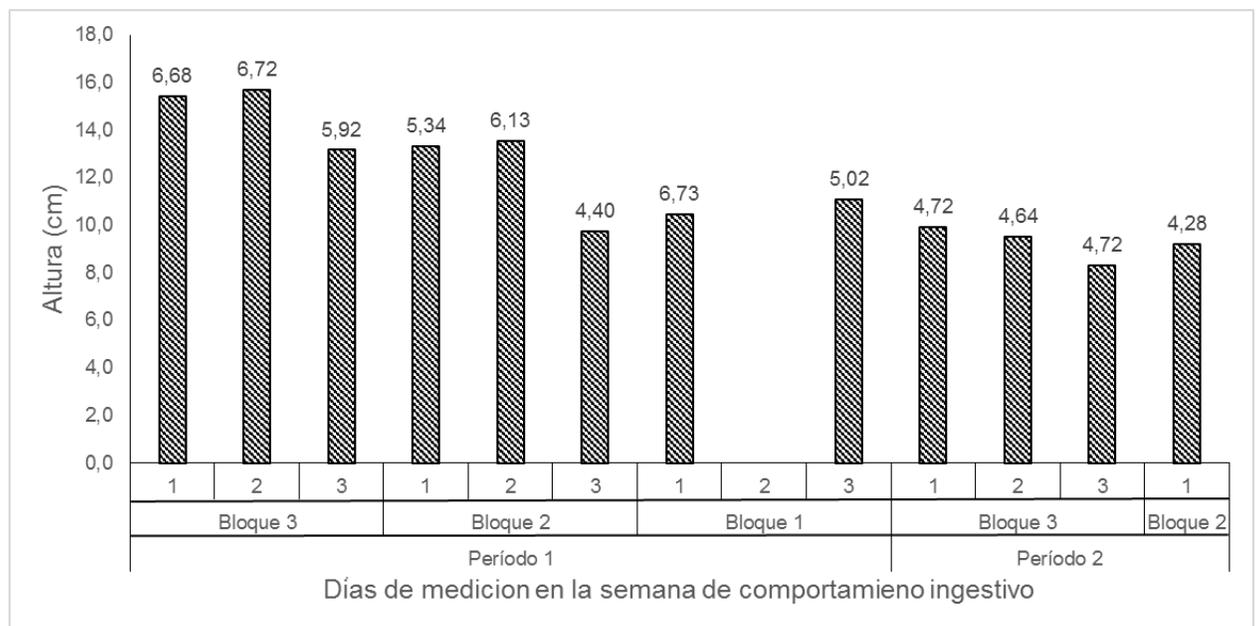
La altura promedio de la pastura para el día de entrada (1) del bloque 3, para el período 1 es de 15,7 cm y su desvío estándar es 7,0 cm lo que corresponde a un coeficiente de variación de 39%, mientras que el coeficiente de variación para el día de salida (3) del mismo bloque es 34%. Esto podría indicar que a medida que transcurren los días dentro de la parcela, el pastoreo provoca una mayor homogeneidad en la pastura.

Para el bloque 1 se encuentran coeficientes de variación más similares, para los días de entrada y salida, que corresponden a alturas promedio

menores con respecto a otros bloques. Los coeficientes de variación son 43% para el día de entrada (1) y 46% para el día de salida (3), pudiendo indicar mayor variabilidad en la pastura con respecto a su altura, pero no sucede lo mismo que en el bloque 3. En este caso al ingresar los animales a una pastura con mayor oferta de forraje (ver anexo 12) se observa que no provocaron un cambio significativo en el ambiente pastura.

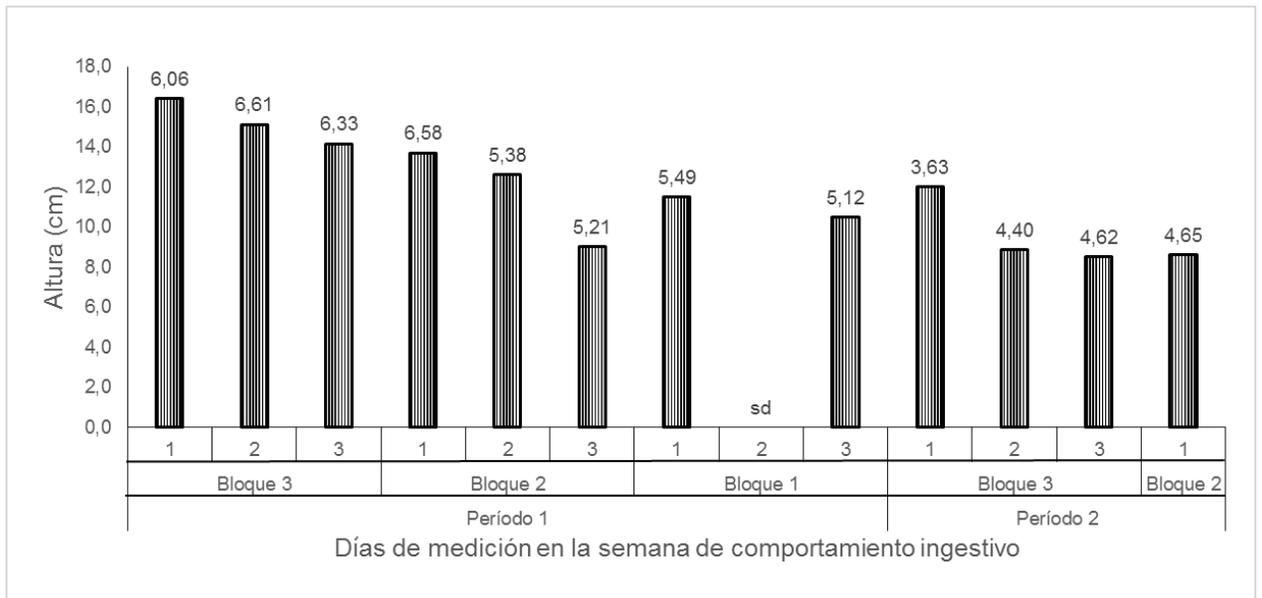
Nuevamente en la figura 6 se grafica las alturas promedio de la pastura (cm) con respecto a los días de entrada (1), medio (2) y salida (3), de los bloques ordenados cronológicamente, para el tratamiento N60. Se observan los desvíos estándar correspondientes.

Figura 6. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de N60 a través de bloques en el período experimental



Se observa una tendencia a disminuir la altura hacia el final de los días de pastoreo (3) menos en el bloque 1. Si se observan las alturas promedio de la pastura en los días centrales de la semana de pastoreo (2) son mayores o iguales en los bloques 3 y 2, mientras que para el bloque 1 es mayor en los días de salida (3) con respecto a los días de entrada (1). Las fluctuaciones en altura a través de los días de pastoreo pueden deberse a la variabilidad intrínseca de la pastura, que no fue modificada por el efecto del consumo animal, asociado a la carga. En este caso la carga medida en kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo del bloque uno fue en promedio 16,1 (ver anexo 13).

Figura 7. Promedio y desvío estándar de la altura (cm) de la pastura para los días entrada (1), medio (2) y salida (3) de los animales a las parcelas de N120 a través de bloques en el período experimental



Observando los días de entrada (1) y de salida (3) de cada bloque las alturas promedio de la pastura disminuyen, a medida que transcurren los días de pastoreo.

Para estas figuras que expresan las alturas promedio de la pastura (cm) de todos los tratamientos no hubo diferencias significativas para el tratamiento ni tampoco entre días de estudio. Su discusión se entendió que era de importancia ya que muestra la situación en momentos puntuales que modifican el comportamiento ingestivo ya que la heterogeneidad de la pastura provoca en el animal cambios en la preferencia por el alimento.

Para todos los tratamientos hubo una tendencia a disminuir la altura al transcurrir desde la entrada hacia la salida del bloque. En algunos casos al pasar del día de entrada al día del medio o salida la media de la altura aumentó.

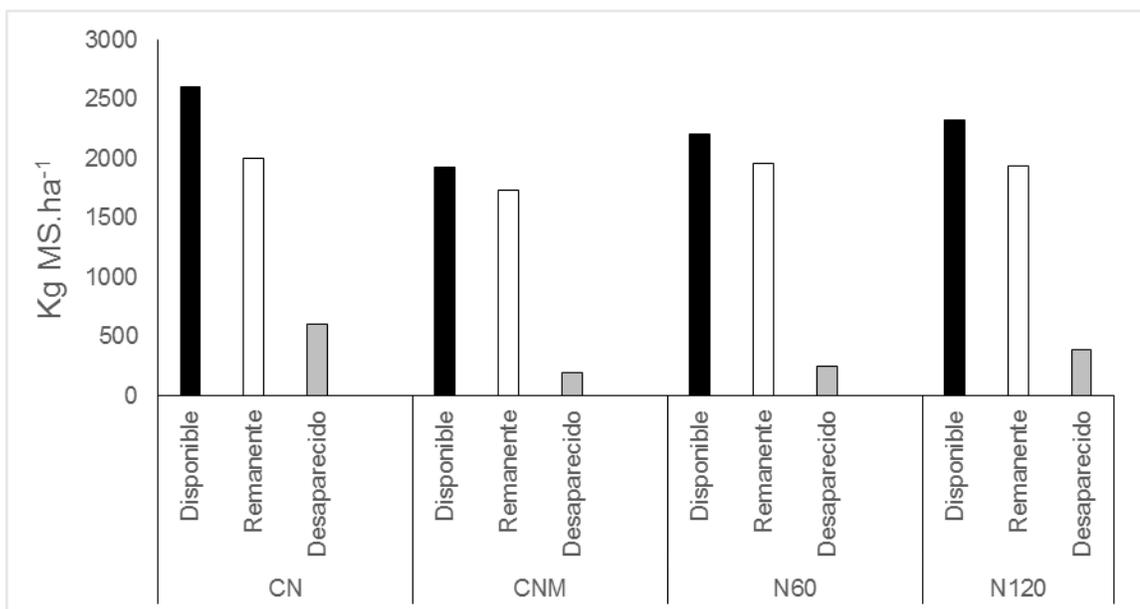
En cuanto a la diferencia entre períodos si se observan los días de entrada, medio y salida del período 2, a pesar de presentar medias de altura más bajas y desvíos menores, se podría decir que la pastura en el período 2 fue más heterogénea que el período 1 por tener mayores coeficientes de variación de la altura.

La distribución de frecuencias de altura para todos los bloques y todos los tratamientos se dió sesgada hacia alturas mayores en el día 1, en el día 2 no se observó ningún patrón de sesgo y en el día 3 los valores de altura estuvieron sesgados a valores menores de altura (ver anexos 3, 4 y 5). Ésta evolución en la frecuencia de las alturas a través de los días muestra la dinámica en la reducción de la altura a medida que el pastoreo avanza.

El efecto de la carga animal no fue capaz de arrojar diferencias significativas en las medias de altura de ningún tratamiento al transcurrir los días de pastoreo ya que ésta varió a lo largo del experimento (ver anexos 11, 12,13 y 14).

La figura 8 expresa los Kg de materia seca por hectárea promedio presentes a la entrada y salida de cada tratamiento para el período 1. También expresa el forraje desaparecido que es la resta entre el disponible y remanente. Este parámetro está subestimado porque en la figura no se expresa la tasa de crecimiento de la pastura en los días de permanencia de los animales en la parcela. A su vez se utilizó para los 4 tratamientos la misma ecuación para obtener la disponibilidad de forraje asumiendo que todos tienen la estructura de un campo natural virgen. Esto no aproxima bien las producciones de los tratamientos CNM, N60 y N120 a partir de las alturas medidas.

Figura 8. Materia seca presente (KgMS/há) al inicio y salida del bloque y materia seca desaparecida (KgMS/há) en el período 1, según tratamientos



Esta figura representa el forraje disponible y remanente en kg de materia seca por hectárea para poder comparar entre tratamientos ya que las parcelas difieren en superficie.

Se puede observar que en el tratamiento CN hubo una mayor cantidad de forraje desaparecido (603 KgMS/há). Esto se debe a que existió una mayor disponibilidad de forraje inicial (2603 KgMS/há), comparado con los otros tratamientos, y a que el tiempo de permanencia en los bloques fue fijo, resultando en similares remanentes.

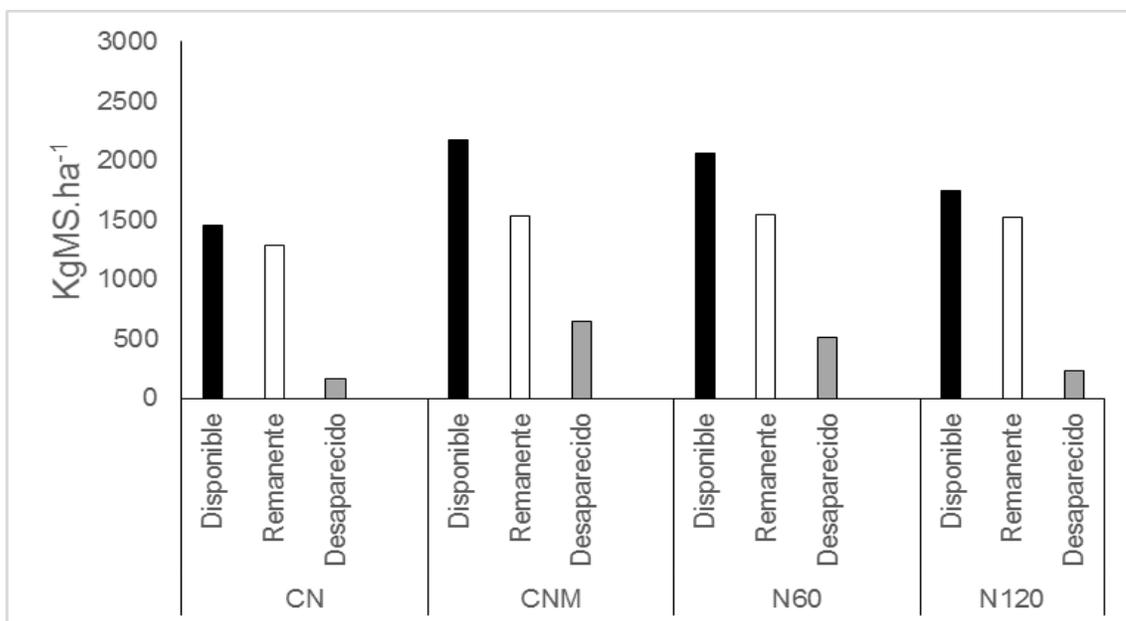
Los remanentes promedios en todos los tratamientos variaron entre 1999 KgMS/há, para CN, y 1736 para CNM.

El forraje desaparecido dependió de la carga ajustada en cada bloque y de la cantidad de forraje disponible a la entrada del mismo. También del tiempo que los animales permanecieron en los bloques ya que fue entre 6 y 7 días.

Si se asume que el desaparecido fue consumido por los animales, al dividirlo entre la cantidad de días de permanencia dentro de la parcela y entre la cantidad de animales en ésta se podría registrar un consumo individual de 5,4 , 2,1 , 12,1 y 18,4 KgMS/animal/día para CN, CNM, N60 y N120 respectivamente.

La figura 9 expresa los Kg de materia seca por hectárea promedio del período 2 correspondiente al bloque 3, representando la entrada y salida de cada tratamiento. También expresa el forraje desaparecido que es la resta entre el disponible y remanente. Este parámetro está subestimado porque en la figura no se expresa la tasa de crecimiento de la pastura en los días de permanencia de los animales en la parcela.

Figura 9. Materia seca presente (KgMS/há) al inicio y salida del bloque y materia seca desaparecida (KgMS/há) en el período 2, según tratamientos



En el bloque 2, perteneciente a este período, no se midió remanente por lo que no se pudo determinar el forraje desaparecido.

Se observa que el tratamiento con mayor cantidad de forraje disponible a la entrada fue CNM lo que resulto en un mayor forraje desaparecido, con respecto a los otros tratamientos. Este mayor forraje desaparecido podría relacionarse a un mayor consumo.

En este caso también los remanentes variaron poco entre tratamientos ya que el período de pastoreo fue similar con igual asignación de forraje. Sin embargo comparado con el período 1 los remanentes fueron entre 1547 KgMS/há, para N60, y 1289 KgMS/há para CN.

Si el forraje desaparecido fuera consumido los consumos individuales serían de 1,8 , 10,3 , 24,4 , 11,1 KgMS/animal/día para CN, CNM, N60 y N120 respectivamente.

En el período 2 se destacan la menor disponibilidad de forraje de todos los tratamientos comparado con el período 1, pudiendo ser adjudicado a las bajas precipitaciones ocurridas en el período de estudio.

#### 4.1.3.2. Calidad de la pastura

En el cuadro 5 se representa los valores promedios de los componentes de calidad para el período 1, resultantes de las muestras compuestas de cada semana. También se representan los p-valores promedios para cada componente de calidad con el fin de encontrar significancia en el período estudiado.

Cuadro 5. Medias y p-valor de cada componente para el período 1

	Período 1				
	CN	CNM	N60	N120	p-valor
MS %	92,2	91,93	92,26	92,01	0,357
Cenizas%	10,77	10,62	10,5	10,85	0,8651
Proteína cruda%	8,53	8,37	9,25	9,61	0,2947
FDNmo%	70,83	71,47	70,55	70,4	0,7297
FDAmo%	36,22	37,3	35,5	36,07	0,5049
Lignina %	8,26	9,02	9,24	10,25	0,7338

Para todos los tratamientos el porcentaje de proteína cruda del período 1 es mayor al del período 2, verificado con el análisis estadístico se demuestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos al comparar dentro de los períodos, pero al observar el cuadro 7 sí se encuentran diferencias al comparar entre períodos.

En el cuadro 6 se representa los valores promedios de los componentes de calidad para el período 2, resultantes de las muestras compuestas de cada semana. También se representan los p-valores promedios para cada componente de calidad con el fin de encontrar significancia en el período estudiado.

Cuadro 6. Medias y p-valor de cada componente para el período 2

	Período 2				p-valor
	CN	CNM	N60	N120	
MS %	92,44	92,42	92,23	92,29	0,8234
Cenizas%	10,67	10,12	10,51	10,24	0,9097
Proteína cruda%	5,89	6,61	6,7	7,82	0,3095
FDNmo%	71,91	72,1	72,9	70,23	0,2932
FDAmo%	36,99	36,05	37,17	36,71	0,7559
Lignina %	6,03	6,42	6,93	6,67	0,9573

Observando los cuadros 5 y 6 se encontraron diferencias entre las medias de proteína cruda de los tratamientos. Teniendo para ambos períodos las mayores medias de este componente para los tratamientos nitrogenados. Se puede observar que la fertilización afectó positivamente sobre la calidad de la pastura. De esta manera se refleja una posible ventaja de la fertilización frente al mejoramiento con leguminosas en el aumento del porcentaje de proteína cruda.

En el cuadro 6 que corresponde al período 2, a pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos se observa que las medias de porcentajes de FDN superan al período 1 (cuadro 5), a excepción de N120, 70,4 % y 70,2% para el período 1 y 2 respectivamente.

En el cuadro 7 se presentan los promedios de los dos períodos antes analizados colocando también cada componente de calidad, pero del conjunto de los tratamientos. También se observa el p-valor con el fin de encontrar significancia entre períodos.

Cuadro 7. Medias y p-valor de cada componente promedio de todos los tratamientos para los dos períodos

	Período 1	Período 2	p-valor
MS %	92,1	92,34	0,7006
Cenizas%	10,69	10,38	0,2759
Proteína cruda%	8,94 A	6,75 B	0,0017
FDNmo%	70,81	71,78	0,7784
FDAmo%	36,27	36,73	0,1851
Lignina %	9,19 A	6,51 B	0,0059

En el cuadro 7 se enfoca principalmente en los componentes: proteína cruda y lignina ya que fueron los que presentaron diferencias significativas.

Las diferencias entre las medias del componente proteína cruda entre los períodos 1 y 2 se podría explicar por las diferencias climáticas entre los períodos ya que se consideró el período 2 más seco que el 1 (cuadro 3). El período 2 al ser más seco que el 1 se vio afectado negativamente el crecimiento de hojas nuevas registrándose así menores contenidos de proteína cruda para el período 2.

Para el período 1 el porcentaje de lignina es mayor que el del período 2, tomando valores promedios de 9,2% y 6,5% respectivamente. Esto demuestra la diferencia en calidad de la pastura con respecto a los dos períodos, que se podría explicar que por la mayor temperatura durante el período 1 hubo una mayor deposición de lignina sobre las paredes celulares para la recuperación de un estrés mecánico y una posible deshidratación de éstas (Jouanine y Lapierre 2012).

No existe ningún patrón que asocie los tratamientos con los valores de los componentes químicos, ya que los valores son diferentes entre períodos reflejando las condiciones ambientales. Tampoco existe interacción período por tratamiento en la variación de los componentes químicos de la pastura.

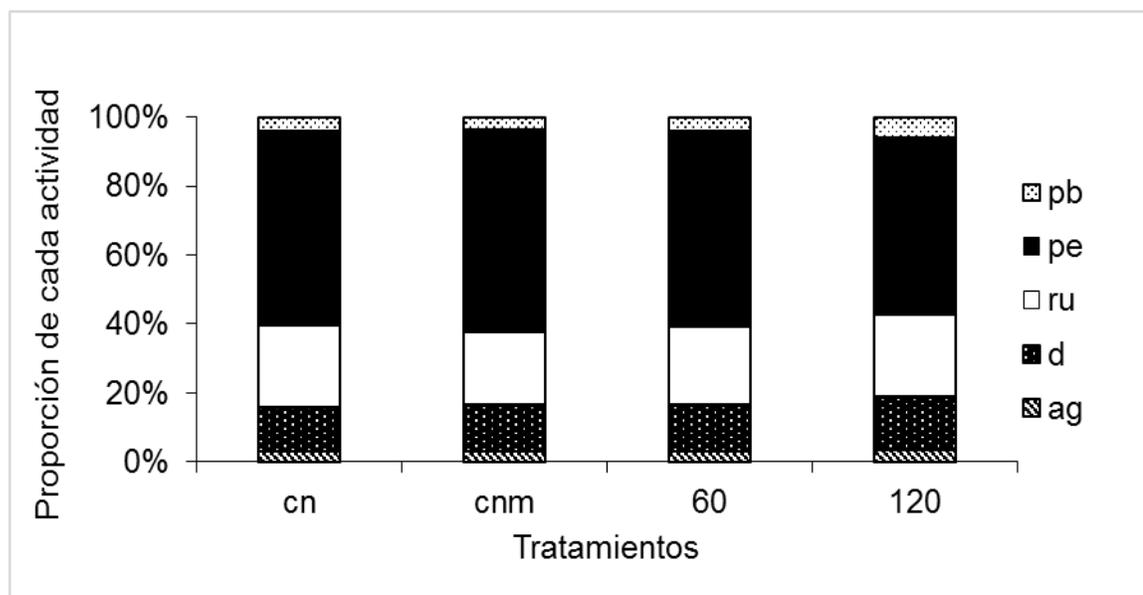
## 4.2. COMPORTAMIENTO EN PASTOREO

### 4.2.1. Distribución de las actividades en el día

Al realizar el análisis de la proporción del tiempo destinado a las actividades del día, se tomó en cuenta el día de permanencia en la parcela y el período, analizando cada tratamiento por separado.

En el promedio de los días de entrada en el período 1 (figura 10) no se encontró diferencias significativas entre tratamientos y se observó un comportamiento similar de los porcentajes del tiempo destinados a cada actividad durante el día. La mayor proporción de tiempo se destina al pastoreo efectivo, seguido por la rumia y el descanso. El pastoreo búsqueda y el agua fueron las actividades a que los animales destinaron menos tiempo. Al pasar el porcentaje a tiempo en minutos se puede decir que pastorearon, 448, 489, 450 y 410 minutos en los tratamientos CN, CNM, N60 y N120 respectivamente.

Figura 10. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 1 en el día de entrada promedio

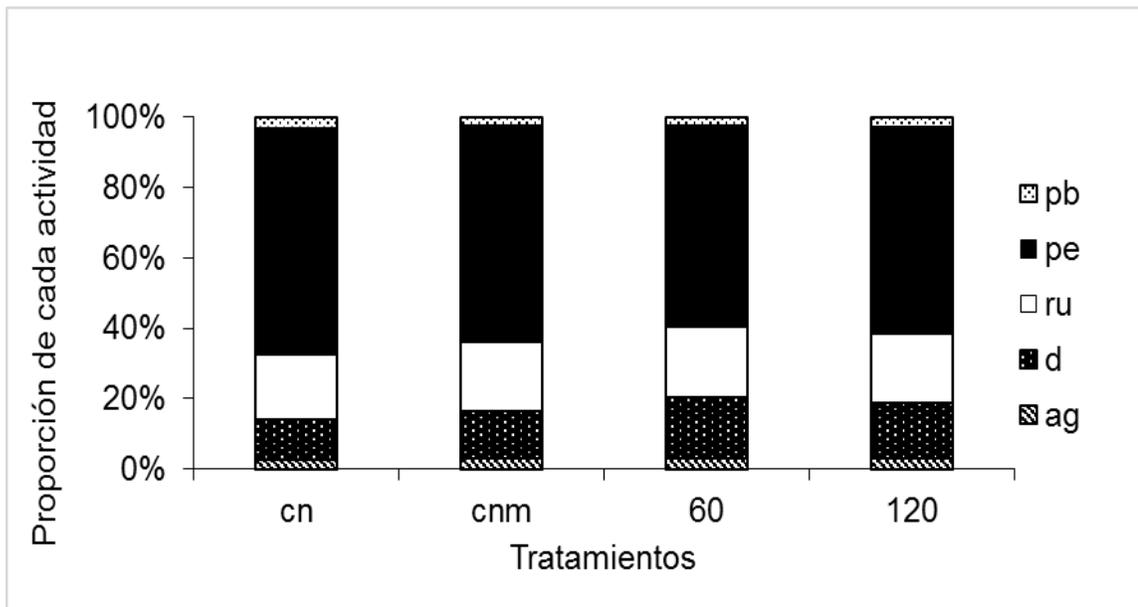


En el promedio de los días centrales de las semanas de pastoreo en el período 1 (figura 11), se observó un comportamiento similar al día de entrada, en la proporción del tiempo destinado a las actividades, sin detectar diferencias significativas. Se observa el mismo orden de importancia de las actividades que en el día de entrada. Se observa que se pastorea en promedio un 6 % más

teniendo en cuenta todos los tratamientos. Sin embargo el cambio más grande se da en pastoreo efectivo en el tratamiento de campo natural, aumentando de 56% para el promedio de los días de entrada a 64%, correspondiente al promedio de los días del medio (anexo 5). En este día los animales pastorearon 509, 489, 454 y 468 minutos en los tratamientos CN, CNM, N60 y N120 respectivamente. La rumia cambia para todos los tratamientos descendiendo un 14 % entre los días de entrada y del medio (ver anexo 5).

Este aumento en la proporción de la actividad pastoreo efectivo se puede adjudicar a la mayor selección de los animales en cada sitio de pastoreo. Para el día central de la semana de cada bloque la pastura al trascurrir los días de pastoreo fue perdiendo ciertas características que maximizan la intensidad de pastoreo, como lo son la longitud de hoja y resistencia de esta a ser arrancada (Boggiano, 1995).

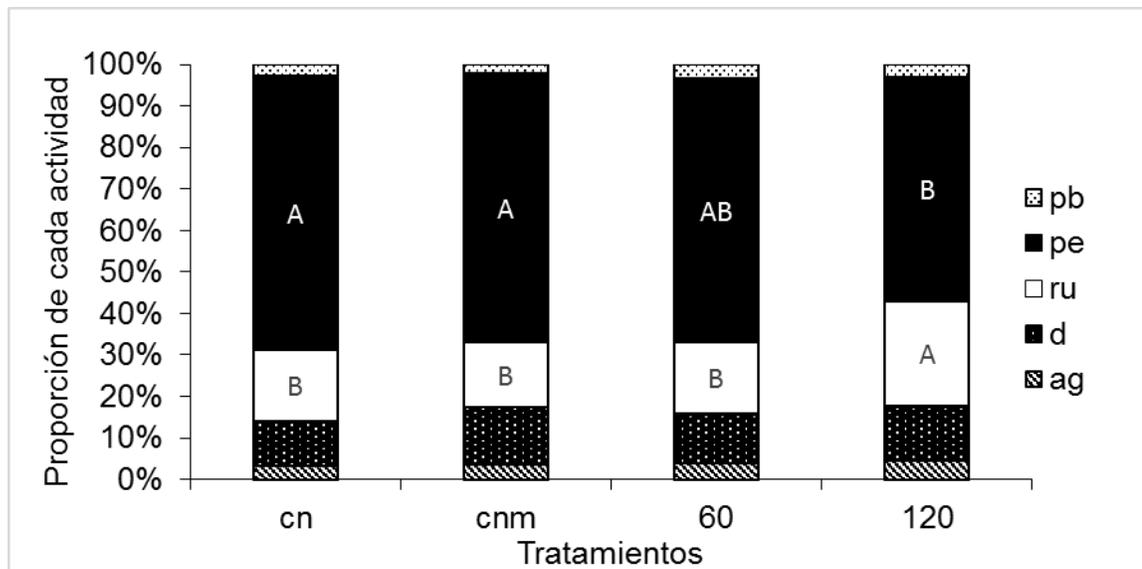
Figura 11. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 1 en el día del medio promedio



En el promedio de los días de salida de éste período se detectó efecto tratamiento significativo para las actividades pastoreo efectivo y rumia. Se observa que en el tratamiento N120 se pastorea menos y se rumia significativamente más que en el resto de los tratamientos. Es importante

aclarar que para la actividad pastoreo efectivo, el tratamiento N60, fue estadísticamente igual tanto a N120 como a CNM y CN.

Figura 12. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 1 en el día de salida promedio



En esta figura se observa cómo influyó el tratamiento en la proporción de las actividades durante el día 3.

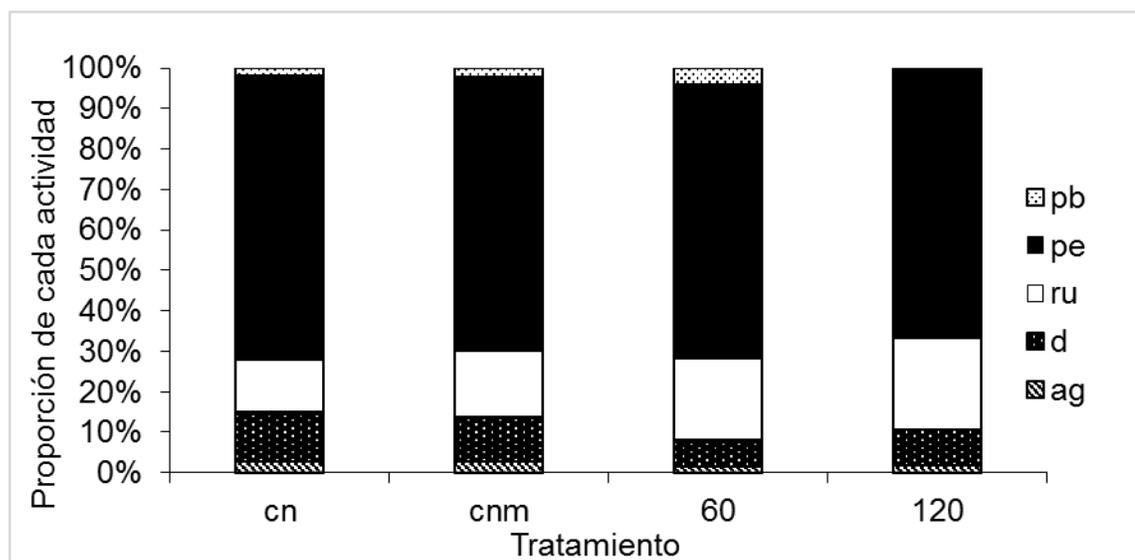
En éste día los animales pastorearon 489, 514, 506 y 448 minutos en CN, CNM, N60 y N120 respectivamente. Se pastorea en promedio un 3% más que en el día del medio y un 10% más que en el día de la entrada a la parcela.

La razón por la que en el tratamiento N120 la proporción de pastoreo efectivo fue menor que los otros tratamientos en el día de salida radica en la estructura de la pastura y no en las alturas medidas porque en éste día fueron muy similares (ver anexo 1). El tratamiento N120, posee en su estructura vertical un estrato superior de fácil acceso a los animales por su mayor superficie fotosintetizante y hojas más largas (Wilman y Wright, citados por Boggiano, 2000). Este estrato hace que el consumo por bocado sea mayor y los animales dediquen menos proporción del tiempo a la actividad pastoreo efectivo para cumplir con sus requerimientos diarios. Los 4 tratamientos poseen ese estrato superior de fácil acceso a los animales al ingreso de éstos a la parcela, se puede explicar porque en los días de entrada y medio no hay diferencias

significativas para las actividades entre tratamientos. Se puede afirmar que el tratamiento N120 al ser el de mayor dosis de nitrógeno, es el tratamiento que mantiene por mayor tiempo el estrato superior de fácil acceso a los animales evidenciando un efecto tratamiento en el día de salida de la parcela para las actividades pastoreo efectivo y rumia. De ésta manera es como los animales en el día de salida de la parcela logran un mayor consumo en menos tiempo en el tratamiento N120. La mayor proporción de rumia en N120 podría relacionarse a tener mayores consumos por lo anteriormente mencionado y así el consumo sería limitado por la digestión, pasaje y tamaño del rumen ya que el llenado del rumen no puede exceder un máximo (Hodgson, 1985).

La figura 13 corresponde al porcentaje (%) promedio de cada actividad de los días 1 del período 2, en relación a cada tratamiento.

Figura 13. Porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d), agua (ag), según tratamientos para el período 2 en el día de entrada promedio



No se detecta efecto tratamiento, sin embargo se puede ver que los valores de porcentaje de pastoreo efectivo son mayores a los registrados en el período 1 (figuras 8, 9 y 10). Si se expresa en tiempo en minutos los animales pastorearon 559, 524, 555 y 530 en los tratamientos CN, CNM, N60 y N120.

Al comparar la proporción de actividades con el promedio de los días de entrada del período 1, se ve como el porcentaje dedicado a las otras actividades disminuyen y aumenta el pastoreo efectivo, variando entre

tratamientos de 66% a 70% frente a 52% a 59% en el período 1 (ver anexo 6). En promedio se pastorea un 18% más que en la entrada del período 1. Para rumia en esta figura los porcentajes varían de 13 % a 20%, mientras que para la entrada del período 1 varían entre 21% a 24%.

En la figura 13 se observa una mayor tendencia a realizar el pastoreo efectivo que en el período 1. La duración y la distribución de estas actividades pueden ser influenciadas por las condiciones de la pastura, el manejo del pastoreo y la variación climática (Hodgson, 1985). Para el período 2 las alturas promedio de los tratamientos fueron menores que en el período 1 (figura 5) lo que genera que el tiempo de pastoreo efectivo sea mayor ya que el animal frente a la disponibilidad restringida del forraje aumenta su tiempo de pastoreo para compensar su consumo diario (Stuth, 1991).

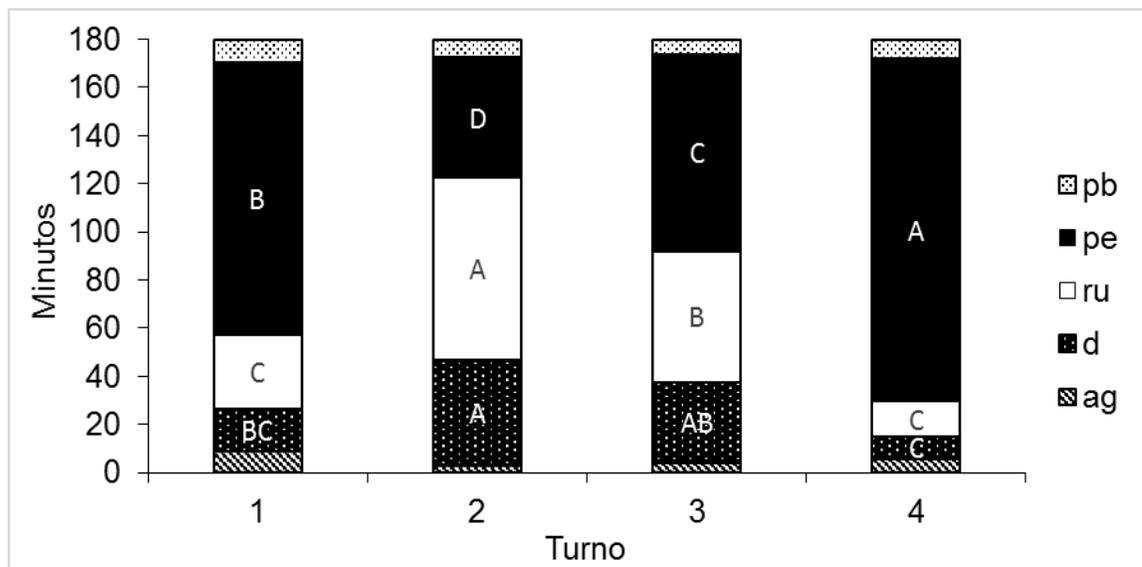
La calidad de la pastura provoca limitaciones ingestivas y digestivas que promueven la selección y así el tiempo dedicado al pastoreo efectivo de cada animal, en cada tratamiento. La calidad del forraje cosechada por el animal para el período 2 tendería a provocar mayores proporciones de rumia durante el día, disminuyendo el pastoreo efectivo por sus mayores contenidos de %FDN y %FDA, y un menor % de Proteína cruda (cuadro 7). Sin embargo este comportamiento no se registró, pudiéndose deber a que tuvo un mayor impacto la disponibilidad de forraje en el comportamiento ingestivo que la calidad del forraje cosechado.

El ITH promedio diario fue el mismo en ambos períodos por lo que se lo podría descartar como fuente de variación en la proporción de las actividades en todos los tratamientos.

#### 4.2.2. Distribución de las actividades por turno dentro del día

En la figura 14 se presenta el tiempo en minutos dedicado a cada actividad según el turno del día. Se consideran cuatro turnos de igual duración de 180 minutos. Esta figura corresponde al promedio de los días de entrada de todos los tratamientos del período 1.

Figura 14. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días de inicio del pastoreo, durante el período 1



Lo primero que se observa es que existen diferencias significativas entre turnos para el tiempo invertido entre actividades. El pastoreo efectivo fue mayor en los turnos de la tarde (4) y de la mañana (1) y el tiempo de rumia fue mayor al de pastoreo efectivo en el turno próximo al mediodía (2) en el cual el tiempo dedicado a descanso también es mayor.

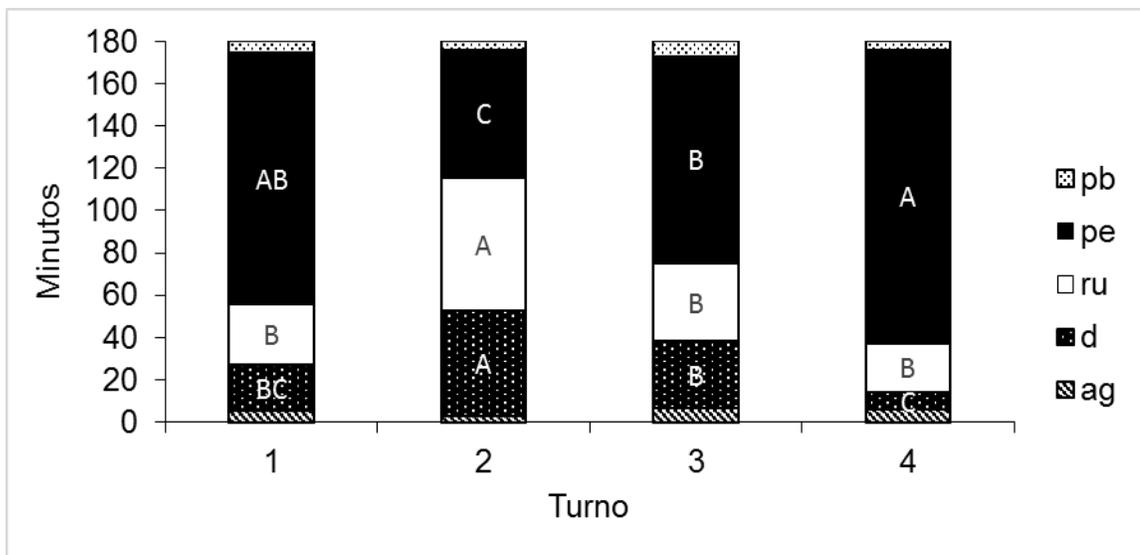
Esto podría explicar el comportamiento animal durante el día, que se relaciona con las condiciones ambientales, como la temperatura. Según Stuth (1991) cuando la temperatura del día se encuentra dentro de la zona termo neutral del ganado, el 90% del pastoreo se da en el día. Se podría relacionar con la figura 12 la reducción del pastoreo de la tarde (turnos 2 y 3) e incremento del mismo al anochecer (turno 4).

El tiempo dedicado a pastoreo efectivo varió a lo largo del día coincidiendo con la variación del ITH, provocando diferencias significativas

entre los turnos. Al mismo tiempo cuando aumenta el ITH en los turnos 2 y 3 el tiempo de los componentes rumia y descanso son mayores comparados con los turnos 1 y 4 (cuadro 4).

Seguidamente se presenta el tiempo (min.) dedicado a cada actividad por turnos del día, para el promedio de los segundos días de muestreo de cada semana de pastoreo del período 1.

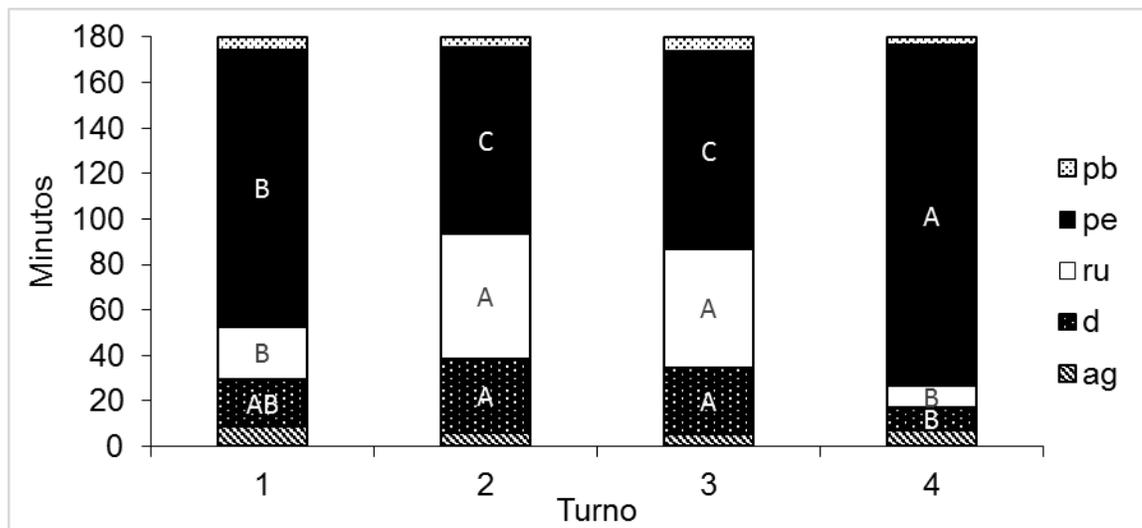
Figura 15. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días del medio del pastoreo, durante el período 1



Se registran diferencias significativas entre turnos para los mismos componentes que en la figura anterior (figura 14). Se observa que los turnos de mayor tiempo de pastoreo efectivo son los de la mañana (1) y tarde (4), sin diferencias significativas entre ellos. Para el turno 1, 2 y 3, se observa un aumento en el tiempo de pastoreo efectivo con respecto a los días de entrada en un 5%, 18% y 16% respectivamente. Al mismo tiempo se registró una reducción del 2% en el turno de la tarde (4) (ver anexos 7 y 8).

A continuación se presenta en la figura 16 la distribución de las actividades en minutos, entre turnos para el día de salida del pastoreo. Se aprecia que los turnos de pastoreo aumentan en la mañana (1) y la tarde (4).

Figura 16. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días de salida del pastoreo, durante el período 1



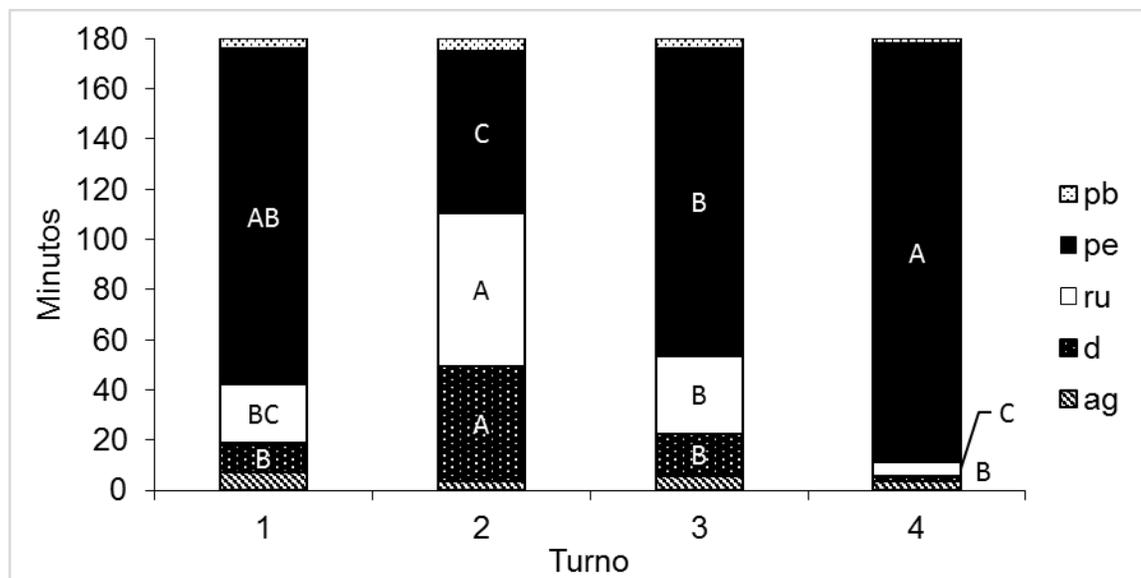
El turno de la tarde (4) continua siendo el de mayor tiempo de pastoreo efectivo con respecto a los demás turnos mostrando diferencias significativas. En este día se observa que el pastoreo efectivo en el turno 2 y 3 superan a la rumia, lo que no había sucedido en los días anteriores.

Considerando el tiempo de pastoreo efectivo en el día de ingreso de los animales a la parcela, en relación al día de salida, se aprecia que el pastoreo efectivo aumenta en todos los turnos resultando en incrementos del 7%, 39%, 6% y 5% para los turnos 1, 2, 3, y 4 respectivamente. Al comparar los valores de los días de salida (figura 14) con el día del medio (figura 13) se pastorea efectivamente un 2%, 26% y 8% más para los turnos 1, 2 y 4 respectivamente. Para el turno 3 de los días de salida se registró una disminución del mismo componente de 13% con respecto a los días del medio. El aumento en el tiempo de pastoreo efectivo al pasar los días estaría asociado a la reducción en la disponibilidad de forraje, reflejado en la reducción de la altura (anexo 1), como mecanismo de compensación y tratar de mantener el nivel de consumo diario (Stuth, 1991). Éste aumento en el tiempo dedicado al pastoreo efectivo determina la reducción del tiempo de rumia y descanso.

Al observar los tres días del período 1 al disminuir el tiempo en pastoreo efectivo aumenta el tiempo en rumia y descanso. En el día de la entrada como la altura de la pastura es mayor con respecto a los días siguientes de estudio del comportamiento, las características de la misma maximizan la intensidad de pastoreo posibilitando la facilidad de colecta del forraje, cumpliendo así con los requerimientos de consumo diario en menor tiempo y por lo tanto aumenta el tiempo de rumia y descanso (figura 14).

A continuación se presenta los resultados en el período 2. En la figura 15 representa el tiempo (min.) dedicado a cada actividad desarrollada en los diferentes turnos del día, correspondiendo al promedio de los días de entrada a través de los tratamientos.

Figura 17. Tiempo dedicado a las diferentes actividades pastoreo búsqueda (pb), pastoreo efectivo (pe), rumia (ru), descanso (d) y agua (ag) para el promedio de los días de entrada del pastoreo, durante el período 2



En el análisis estadístico se observa diferencias significativas entre los turnos y las actividades pastoreo efectivo, rumia y descanso.

Como se puede ver los datos adoptan la misma distribución que en el período 1, sin embargo cambian los valores de las actividades. Para todos los turnos siempre se dedica mayor tiempo de pastoreo efectivo y luego le sigue la rumia. El turno donde más se pastorea efectivamente es el 4, con 167 min. en promedio, siendo éste un 93 % del tiempo total del turno. De esta manera las

otras actividades ocupan mucho menos tiempo (3 min.: ag; 2 min.: d; 5 min.: ru; 3 min.: pb), si se compara con el resto de los turnos.

El turno 1 es el siguiente en orden de importancia con lo que respecta al pastoreo efectivo donde pastorean 134 minutos, luego le sigue el turno 3 con 123 minutos y por último el turno 2 con 65 minutos.

El turno 2 es donde las actividades de rumia y descanso adoptan mayor importancia con 46 minutos de descanso y 61 minutos de rumia, un 59% del turno entre las 2 actividades. De todas formas la actividad más importante es el pastoreo efectivo.

Al comparar con la entrada del período 1 se observa que los patrones de comportamiento ingestivo de los animales fue similar, ya que en el turno 4 y 1 fue donde el pastoreo efectivo fue mayor y los turnos 2 y 3 cobran importancia por el tiempo ocupado por la rumia y descanso. Sin embargo existieron diferencias en cuanto al tiempo dedicado a cada actividad. Para el período 2 se pastoreo efectivamente 21% más que para el período 1, considerando los cuatro turnos. Con respecto a la actividad de descanso, se realizó 26% menos en el período 2 que en el 1; mientras que para el período 2 el componente rumia fue un 31% menor que en el período 1.

Como ya se mencionó el aumento de la actividad pastoreo efectivo se debió a las diferencias en el ambiente pasturas entre los dos períodos. Las mayores precipitaciones previas y durante en el período 1 provocaron una mayor disponibilidad de forraje lo que provoco un mayor consumo por bocado lo que se relaciona a un menor tiempo de pastoreo efectivo, alcanzando antes los requerimientos de consumo diario. De distinta manera sucedió para el período 2, donde las precipitaciones fueron menores (ver cuadros 2 y 3) resultando la situación inversa.

Dentro del comportamiento ingestivo no solo influye la cantidad de forraje sino que también la calidad del mismo. Las mayores precipitaciones del período 1 provocaron forraje de mayor calidad frente al período 2. Los resultados de los componentes de calidad del período 2 indicaron mayor %FDN y menor %PC (ver cuadro 7), lo que determinaría en una restricción del consumo. Sin embargo la disponibilidad de forraje fue el factor responsable de mayor pastoreo efectivo en el período 2. Se podría asumir que influye más la cantidad de forraje disponible sobre el comportamiento ingestivo que la calidad de éste.

Discutiendo las últimas cuatro figuras se observa el mismo patrón de distribución de las actividades en cada turno. Éste comportamiento podría

explicar el pastoreo diurno de los animales, que cobra importancia cuando amanece, ya que el animal evita pastoreos nocturnos evitando riesgos de depredación (Newman et al. 1995, Gregorini et al. 2005, Chapman et al. 2007). Luego comienza a influir con mayor importancia el factor clima, provocando la disminución del pastoreo durante las horas con temperaturas mayores. El animal compensa el tiempo con actividades como rumia y descanso, muy importantes para la digestión del alimento. El ITH promedio medido para el transcurso del día en ambos períodos fue aumentando desde la mañana y descendiendo ligeramente en el turno 4 como se observa en el cuadro 8.

Cuadro 8. Promedio de ITH para los dos períodos en cada turno del día

ITH	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4	Promedio
Período 1	68	73	76	75	73
Período 2	66	75	77	74	73

Otra explicación podría ser la calidad del forraje en esas horas del día, donde los carbohidratos almacenados en la planta no son máximos y por lo tanto el animal reduce su tiempo de pastoreo ya que la digestibilidad decrece y su tiempo de retención de la ingesta aumenta (Stuth, 1991).

A medida que las condiciones del ambiente son más favorables el tiempo de pastoreo aumenta y el animal realiza el óptimo de pastoreo maximizando la energía, alimentándose para consumir la energía y nutrientes necesarios, compensando el tiempo ocupado en rumia y descanso (Schoener, 1971). Esto se observa en los últimos dos turnos del día.

Para poder comprender estos resultados nos referimos a lo citado por Griggs et al. (2005), que se referían a la materia seca y las concentraciones de carbohidratos solubles de la pastura, la cual se incrementa a lo largo del día ya que se acumulan fotoasimilados, aumentando la palatabilidad y la digestibilidad, lo cual produce cambios diurnos ya que los animales prefieren alimentos con mayor contenido de macronutrientes.

#### 4.2.2. Tasa de bocado

En el cuadro 9 se observa el efecto del tratamiento sobre la tasa de bocado promedio medida sobre los tester. Para el período 1 el máximo se encuentra en el tratamiento de campo natural mejorado (cnm) con 36 bocados por minuto y el mínimo en campo natural con una tasa promedio de 34 bocados por minuto, la diferencia entre máximos y mínimos es muy pequeña y no se observan diferencias significativas. Sin embargo para el período 2, sí se encontraron diferencias significativas y cambia el orden de los tratamientos. La mayor tasa de bocado se registró en el tratamiento de N120 con 36 bocados por minuto y el menor fue el N60 con 32 bocados por minuto.

Cuadro 9. Bocados por minutos promedio en cada tratamiento para los dos períodos

PERÍODO 1			PERÍODO 2		
TRAT.	Estimador		TRAT.	Estimador	
Cnm	36	A	n120	36	A
n60	35	A	cnm	33	AB
n120	34	A	cn	33	AB
Cn	34	A	n60	32	B
p-valor	0,2695		p-valor	0,0623	

Para el período 1 se cumple lo que afirma Hodgson (1986) que la tasa de bocado varía con la altura y biomasa de la pastura, cuando esta es mayor la tasa de bocado disminuye ya que el consumo por bocado es mayor y la altura de la planta requiere más movimientos de prehensión. Al observar la figura 6 coincide que las tasas de bocado disminuyen al aumentar la disponibilidad de forraje encontrando una posible relación inversa. También se relaciona con la estratificación del perfil de la pastura, ya que disponibilidades de forraje altas tienden a ser estratificadas haciendo que el animal seleccione más en el sitio de pastoreo. Se debe considerar que no hubo diferencias significativas para este período y tanto las disponibilidades de forraje como las tasas de bocado son datos promedio. Por otra parte para el período 2 a pesar de haber diferencias significativas entre los tratamientos no se observó la misma relación entre tasa de bocado y disponibilidad de forraje (figura 7) que en el período 1 no cumpliéndose lo afirmado por Hodgson (1986).

Para el cuadro 10 se observa la tasa de bocado promedio con respecto al turno del día en el período 1 y 2. También se ve el p-valor para poder encontrar las diferencias significativas correspondientes.

Cuadro 10. Bocados por minuto promedio para cada turno en los dos períodos

PERÍODO 1			PERÍODO 2		
TURNO	Estimador		TURNO	Estimador	
4	39	A	4	37	A
3	35	B	1	35	A
1	34	B	3	33	AB
2	32	B	2	30	B
p-valor	<.0001		p-valor	0,0038	

Para el período 1 se observó diferencias significativas entre el turno 4 y el resto de los turnos. Esto coincide con lo demostrado en el estudio del tiempo por turno dedicado a las distintas actividades (figuras 12, 13 y 14) donde el pastoreo efectivo fue máximo en el turno 4 en los días de entrada, medio y salida.

Sin embargo en el período 2 también existen diferencias significativas, en donde los turnos 4 y 1 obtuvieron valores de tasa de bocado mayores al turno 2. Nuevamente el orden de los valores de tasa de bocado por tratamiento se comportó similar al tiempo dedicado en cada turno a la actividad de pastoreo efectivo, en la entrada del período 2 (figura 15).

Se podría afirmar que en el período 1 y 2 las máximas tasas de bocado se dan en el turno 4, esto puede ser porque los animales compensan el consumo diario aumentando su tasa y tiempo de pastoreo, ya que al mediodía aumenta el ITH y hace que los animales consuman menos. Cumpliéndose así lo afirmado por Stuth (1991). Durante períodos calurosos el ganado reduce el pastoreo de la tarde e incrementa el pastoreo al anochecer.

Para el período 1 el turno 1 también tuvo junto al turno 4 la tasa de bocado más alta significativamente, esto puede ser explicado también por el bajo ITH (68) que hay en la mañana que hace que los animales pastoreen más (cuadro 8).

También estos resultados podrían estar relacionado a lo citado por Griggs et al. (2005), que se referían a la materia seca y las concentraciones de

carbohidratos solubles de la pastura, la cual aumenta a medida que avanza el día. Esto produce cambios diurnos de la calidad de la pastura maximizando la tasa de bocado para el turno 4 ya que los animales prefieren alimentos con mayor contenido de macronutrientes.

#### 4.2.3. Correlaciones encontradas entre las variables

En el cuadro 11 se expresan las correlaciones entre las variables de estudio y dos variables específicas que son desvío de la altura (DESALT) de la pastura y el ITH.

Se analizaron estas variables ya que existe respuesta de las actividades cuando cambian las mismas. Todas las correlaciones son bajas y no se puede establecer una relación directa que pueda predecir cómo va a influir el desvío de la altura de la pastura y el ITH sobre el comportamiento ingestivo. Sin embargo interesa analizar el signo que toma el valor de la correlación para aproximarnos a la relación entre el ambiente y el comportamiento ingestivo.

Cuadro 11. Correlación entre las diferentes variables pastoreo efectivo (PE), pastoreo búsqueda (PB), rumia (R), descanso (D) y agua (A), y el desvío de la altura y el ITH

	PE	PB	R	D	A
DESALT.	-0,161	0,221	0,163	0,057	0,001
p-valor	0,027	0,002	0,024	0,436	0,984
ITH	-0,194	-0,008	0,189	0,220	-0,191
p-valor	0,003	0,897	0,003	0,001	0,003

Se observa que la correlación entre pastoreo efectivo (PE) y desvío de la altura de la pastura es negativa, lo que significa que a mayor variación de altura de la pastura (más heterogénea) la actividad de pastoreo efectivo es realizada en menor proporción de tiempo. La variación de la altura de la pastura está relacionada con la formación de estratos de la misma, que genera que el animal realice más pastoreo búsqueda, disminuyendo así el tiempo en pastoreo efectivo.

Esto podría relacionarse con lo mencionado por Stuth (1991), que se refería a que el estatus de preferencia de una planta en particular depende de su abundancia, sus características morfo-fenológicas y la cantidad de especies que hay disponible. La variable medida que podría relacionarse sería el desvío de altura de la pastura.

Si se observan ahora las correlaciones entre el ITH y las actividades se observa que tanto pastoreo efectivo (PE), pastoreo búsqueda (PB) y agua (A) los valores son negativos. Cuando el ITH aumenta significa que la temperatura y la humedad fueron mayores, lo que explica el comportamiento de los animales, indicando que los mismos no realizan ningún tipo de movimiento, no se trasladan a tomar agua, ni a pastorear efectivamente ni tampoco a buscar alimento.

Para la correlación entre ITH con respecto a pastoreo búsqueda (PB) y agua (A) se comprueba que estadísticamente son significativos.

#### 4.2.4. Distribución por cuadrante

Se intentó estudiar la distribución diaria de los animales por cuadrante de la parcela, para encontrar relación entre la permanencia en el parche y la calidad de la pastura relacionada a un valor pastoral (propio del cuadrante), que explicaría la preferencia de los animales por ciertos parches. El estudio estadístico no arrojó ningún patrón con significancia del comportamiento espacial de los animales dentro de los cuadrantes. Esto podría deberse a que el tamaño de las parcelas fue muy pequeño como para observar patrones de distribución. Por eso la distancia al agua y sombra no lograron expresar algún patrón diario de distribución de los animales.

#### 4.3. CONSIDERACIONES FINALES

Se pudieron identificar dos períodos distintos en cuanto al clima, dentro del período experimental. El período 1 presentó mayores precipitaciones, temperaturas medias y porcentajes de humedad relativa que el período 2. Además el almacenaje del suelo fue mayor en el período 1 que en el 2. Éstos podrían ser los factores que generaron diferencias entre los dos períodos en cuanto al ambiente pastura, con lo que respecta a disponibilidad de materia seca y los porcentajes de los componentes químicos que determinan la calidad de la pastura.

El ambiente pastura pudo haber condicionado el comportamiento ingestivo, de distinta manera en los dos períodos.

Para el período 1, en el estudio de porcentaje de tiempo ocupado en las diferentes actividades por tratamiento, el único día que arrojó diferencias significativas fue el promedio de los días de salida. Las actividades en las que hubo efecto tratamiento fueron pastoreo efectivo y rumia. Se observa que en el tratamiento N120 se pastorea menos y se rumia significativamente más que en el resto de los tratamientos. Esto podría darse gracias a que éste tratamiento al ser fertilizado con nitrógeno posee en su estructura un estrato en lo alto del plano vertical que hace que el forraje sea más accesible a los animales cuando pastorean Wilman y Wright, citados por Boggiano (2000), lo que lleva a los animales a cumplir con sus requerimientos en menor tiempo de pastoreo efectivo. Esto ocurre en el día de salida porque los tratamientos CN, CNM y N60 pierden ese estrato de forraje de fácil acceso para los animales antes que el N120 que es el de mayor dosis de nitrógeno de los 4 tratamientos. En el día de entrada y salida del período 1 no hay diferencias significativas entre tratamientos para las proporciones de actividades lo que significa que hasta el día del medio los 4 tratamientos mantienen el estrato superior de fácil acceso para los animales.

En cuanto al período 2, para el mismo estudio, no se encontraron diferencias significativas en el promedio de los días de entrada, sin embargo se puede ver que los valores de porcentaje de pastoreo efectivo son mayores a los de los días de entrada del período uno, pastoreando efectivamente en promedio para todos los tratamientos un 18% más. El aumento en el tiempo de pastoreo efectivo al transcurrir del período 1 al 2 estaría asociado a la menor disponibilidad de forraje en la entrada en el período 2, reflejado con la diferencia entre alturas a la entrada de ambos períodos (ver anexo 1). Los novillos en el período 2 aumentarían su tiempo de pastoreo como mecanismo de compensación y tratar de mantener el nivel de consumo diario (Stuth, 1991).

Se observó un patrón de comportamiento similar en el estudio de la distribución de actividades por turno donde se incrementa el tiempo dedicado al pastoreo efectivo en los turnos de la tarde (3 y 4). Se pudo apreciar en los días de entrada, medio y salida de todos los tratamientos en el período 1. También en la entrada del período 2. Es importante destacar que para el período 2 no se analizaron los días del medio y salida del bloque. El incremento del tiempo de pastoreo efectivo en los turnos de la tarde se podría explicar por aumentos de contenidos de carbohidratos y macronutrientes a lo largo del día en la pastura que genera aumentos en el consumo al anochecer (Griggs et al., 2005).

El turno 4 fue el que presentó mayor tiempo de pastoreo efectivo con respecto a los demás turnos, seguido por el turno 1. En el turno 2 el tiempo dedicado a la rumia y descanso cobran importancia frente a las otras actividades, y el pastoreo efectivo se hace mínimo comparándolo con los otros turnos. Éste comportamiento animal, se supone que está relacionado con la evolución del ITH durante el día.

En cuanto a la tasa de bocado, al analizarse por tratamientos, hubo diferencias significativas en el período 2. Mientras que para el análisis por turno se encontraron diferencias significativas en ambos períodos.

Cuando se observa el análisis de la tasa de bocado por tratamiento en el período 1 coincide que las tasas de bocado disminuyen al aumentar la disponibilidad de forraje encontrando una relación inversa, como lo mencionó Hodgson (1986).

Por otra parte para el período 2 no se cumple con lo afirmado por Hodgson (1986), ya que no se observó la misma relación inversa entre tasa de bocado y disponibilidad de forraje.

Al comparar la tasa de bocado por turno, entre los períodos, en el período 1 la máxima tasa de bocado se dio en el turno de la tarde (4), mientras que en el período 2 estas fueron en el turno de la tarde (4) y además en el de la mañana (1). Otra explicación al comportamiento ingestivo podría ser lo afirmado por Newman et al. (1995), Gregorini et al. (2005) donde mencionan que los animales evitan pastorear en la noche debido al riesgo de depredación percibido, y así favorecen los patrones de pastoreo diurnos.

Se estudió también la correlación entre el ITH y el desvío estándar de la altura promedio de la pastura y las distintas actividades que se utilizaron como variables.

Para el ITH se encontró correlación positiva para las actividades rumia y descanso, lo que indicaría que si en el correr del día aumenta la temperatura y la humedad relativa el animal tiende a cesar su actividad, permaneciendo en reposo. Cabe destacar que se encontró correlación negativa con las actividades de pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda y agua.

Con respecto al desvío estándar de las alturas de la pastura solo se observa correlación negativa con la variable pastoreo efectivo. La heterogeneidad o la presencia de estratos en la pastura favorecerían la selección del animal y por lo tanto llevaría a que el mismo cumpla con sus requerimientos diarios de consumo en menor tiempo y reduzca la actividad de pastoreo efectivo porque selecciona forraje de mejor calidad.

Se intentó estudiar la distribución diaria de los animales por cuadrante de la parcela que explicaría la preferencia de los animales por ciertos parches pero el estudio estadístico no expresó ningún patrón con significancia del comportamiento espacial de los animales dentro de los cuadrantes. Esto puede ser porque el tamaño de las parcelas utilizadas fueron muy pequeños.

## 5. CONCLUSIONES

La intervención del campo natural, ya sea por la fertilización o por el mejoramiento con leguminosas, no modificó el porcentaje diario destinado a las diferentes actividades medidas a excepción del día de salida de la parcela para el período 1, existiendo efecto tratamiento para las actividades de rumia y pastoreo efectivo.

Se observó una tendencia a disminuir la altura de la pastura y aumentar el pastoreo efectivo a medida que trascurrían los días dentro de la parcela pero no se puede comprobar la hipótesis 2 ya que no hay diferencias significativas en altura de la pastura.

La calidad de la pastura no generó cambios en el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado tampoco fue modificada por ésta.

La hipótesis 4 no se comprueba porque la actividad de pastoreo efectivo y la tasa de bocado no disminuyeron a medida que aumentaba la altura de la pastura.

El aumento de temperatura y descenso en la humedad relativa provocó en los animales un incremento en la actividad rumia y descanso, y una disminución en el pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda y agua. Se pudo comprobar la hipótesis 5 ya que la variación del ITH condicionó estas actividades.

## 6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento ingestivo de novillos en campo natural con distintos niveles de intervención se desarrolló un experimento con una duración de 82 días desde el 3 de febrero del 2015 al 26 de abril del 2015, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C.), Facultad de Agronomía, Paysandú-Uruguay. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar, habiendo 4 tratamientos repetidos en 4 bloques. Los cuatro tratamientos fueron: campo natural sin intervención, campo natural mejorado con *Trifolium pratense* y *Lotus tenuis*, campo natural fertilizado con 60 unidades de nitrógeno y campo natural fertilizado con 120 unidades de nitrógeno. Se utilizaron novillos Holstein con un promedio edad de 14 meses y un peso promedio de 220 kg. Durante el experimento no hubo suplementación y hubo agua en todas las parcelas. Las variables estudiadas fueron: proporción de cada actividad de los novillos a lo largo del día, tiempo en minutos de cada actividad, tasa de bocado, altura de la pastura en cada día de estudio, materia seca disponible en cada tratamiento y su desaparición con el transcurso de los días, posición de los animales en el cuadrante y su frecuencia, valor pastoral de cada cuadrante y componentes químicos de la pastura. El efecto del tratamiento fue significativo en la salida de los bloques, para el período 1, en el tratamiento N120. Donde los animales realizaron más rumia, y menos pastoreo efectivo durante el día que en el resto de los tratamientos. En el período 2 el pastoreo efectivo diario ocupó un 18% más que en el período 1. Se observó el mismo patrón de distribución de actividades a lo largo del día en los dos períodos. En los turnos de 7:30 a 10:30 y de 16:30 a 19:30 fue donde más se pastoreo, y en los turnos de 10:30 a 13:30 y de 13:30 a 16:30 fue donde se tendió a realizar las actividades de rumia y descanso, ocupando mayor tiempo. La tasa de bocado máxima fue en el turno de 16:30 a 19:30 horas para los dos períodos siendo de 39 y 37 bocados por minuto para el período 1 y 2 respectivamente. El aumento de temperatura y el descenso de la humedad relativa provocó en los animales un incremento en la actividad rumia y descanso, y una disminución en el pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda y agua. La distribución diaria de los animales por cuadrante de la parcela no expresó ningún patrón con significancia del comportamiento espacial de los animales dentro de los cuadrantes.

Palabras clave: Comportamiento ingestivo; Pastoreo efectivo; Rumia; Bocado; Parche.

## 7. SUMMARY

Aiming to evaluate the ingestive behavior of steers grazing in native swards with different kinds of interventions the experiment was developed from the 3th. of February to 26<sup>th</sup>. April of 2015, during 82 days in the Experimental Center Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C), School of Agronomy, Paysandú, Uruguay. The experimental design consisted of four treatments repeated in 4 random blocks. The four treatments were: native sward without any intervention, native sward with red clover and lotus tenuis sown, native sward fertilized with 60 units of nitrogen and native sward fertilized with 120 units of nitrogen. Approximately 14-month-year old Holstein steers were used in the experiment which weigh averaged 220 kg. During the experiment there was no supplementation and every parcel had access to water. The measurements studied were: proportion of every activity of the steers along the day, time measured in minutes of every activity, bite rate, sward height and it's disappearance during the time spent in the parcel, spatial position of the animals in each patch and it's frequency, the pastoral value of each square and the chemical components of the sward. The significant treatment effect in the last day of the parcel in the first period, in the treatment N120 was because the steers grazed less and ruminated more during the day. In the second period, the steers grazed 18% more than the first period average in the four treatments. The same pattern of distribution of activities along the day was observed. In both periods, in the 7:30 to 10:30 and 16:30 to 19:30 shifts, steers grazed the most time per shift. And in the 10:30 to 13:30 and 13:30 to 16:30 shifts the steers tended to ruminate an rested much more time per shift. The highest bite rates were registered in the 16:30 to 19:30 shift in both periods measuring 39 bites per minute in the first period and 37 bites per minute in the second period. The animals increased ruminating and resting time when the temperature increased and the relative humidity decreased. Also the graze, search for grass and water activities decreased with this climatic conditions. The daily spatial distribution of the steers did not expressed any significant pattern of the spatial behavior of the steers in the parcel patches.

Key words: Ingestive behaviour; Grazing; Ruminates; Bite; Patch.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Allison, C. D.; Kothmann, M. M.; Rittenhouse, L. R. 1981. Forage intake of cattle as affected by grazing pressure. In: International Grassland Congress (14<sup>th</sup>., 1981, Colorado). Proceedings. Boulder, Westview. pp. 670-672.
2. \_\_\_\_\_. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants; a review. *Journal of Range Management*. 38: 305-311.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. Arnold, G. W. 1981. Grazing behavior. In: Morley, F. H. W. ed. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier. pp. 79-104.
5. Bailey, D. W.; Rittenhouse, L. R.; Hart, R. H.; Richards R. W. 1989. Characteristics of spatial memory in cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. 25:137-148.
6. \_\_\_\_\_. 1995. Daily selection of feeding areas by cattle in homogeneous and heterogeneous environments. *Applied Animal Behaviour Science*. 45: 183-199.
7. \_\_\_\_\_. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*. 49: 386-400.
8. Baldwin, R. L. 1987. A generalized model of feed intake and digestion in lactating cow. *Agricultural Systems*. 13: 167-174.
9. Bazely, D. R. 1990. Rules and cues used by sheep foraging in monocultures. *Ecological Sciences*. 20: 343-367.
10. Bell, W. J. 1991. *The behavioural ecology of finding resources*. London, Springer. 358 p.
11. Berretta, E. 1981. Mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur; Grupo Campos y Chaco (9<sup>a</sup>., 1981, Lages, S.C., Brasil). *Anales*. Lages, s.e. s.p.

12. \_\_\_\_\_. 1988. Utilización y manejo de pastizales. s.l., PROSICUR. s.p.
13. Boggiano, P. R. 1995. Relações entre estrutura da vegetação e pastejo seletivo de bovinos em campo natural. Tese maestria. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. Faculdade de Agronomia. 147 p.
14. \_\_\_\_\_. 2000. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. Faculdade de Agronomia. 206 p.
15. Bossi, J. 1966. Geología del Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones y Ediciones. 464 p.
16. Burlison, A. J.; Hodgson, J. 1985. The influence of sward structure on the mechanics of the grazing process in sheep. *Animal Production*. 40: 530.
17. Chance, P. 1988. Learning and behavior. Belmont, CA, USA, Wadsworth. 330 p.
18. Charnov, E. L. 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology*. 9: 129-136.
19. Ciavarella, T. A.; Dove, B. J.; Leary, R. J. 2000. Diet selection by sheep grazing *Phalaris aquatica* L. pastures of differing water-soluble carbohydrate content. *Australian Journal of Agriculture*. 51: 757-764.
20. Coates, D. B.; Penning, P. 2000. Measuring animal performance; field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford, UK, CAB International. pp. 353-402.
21. Cook, C. W. 1966. Factors affecting utilization of mountain slopes by cattle. *Journal of Range Management*. 19: 200-204.
22. Coughenour, D. M.; Villalba, J. J.; Soder, J. O.; Laca, E. A. 2009. New approaches and tools for grazing management. *Journal of Range Management*. 62: 407-417.
23. Crawley, M. J. 1983. Herbivory; the dynamics of animal-plant interactions. Berkeley, USA, University of California Press. pp. 703-705.

24. Demment, M. W.; Greenwood, G. B. 1988. Forage ingestion; effects of sward characteristics and body size. *Journal of Animal Science*. 66: 2380-2392.
25. Dijkstra, N. D. 1971. Feed intake by grazing dairy cows. 3. Comparison of lactating and dry pregnant cows. *Netherlands Journal of Agriculture Science*. 19: 257-263.
26. Distel, R. A.; Laca, E. A., Demment; Grigs, T. C.; Patch, M. W. 1995. Selection by cattle; maximization of intake rate in horizontally heterogeneous pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 45: 11-21.
27. Dyne, V. 1980. Large herbivore subsystem. Cambridge, Cambridge University. pp. 269-537.
28. Emmick, D. L. 2007 Foraging behavior of dairy cattle on pastures. Utah, USA, Utah State University. 243 p.
29. Espasandín, A. 1996. Características de la pastura y comportamiento de novillos pastoreando una cobertura de *Lotus corniculatus* bajo diferentes asignaciones de forraje. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay . Facultad de Agronomía. 77 p.
30. Forbes, T. D. A. 1988. Researching the plant-animal interface; the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66: 2369-2379.
31. Gregorini, P. M.; Eirin, R.; Refi, C.; Ursino, M.; Ansin, O. 2005. Timing of herbage allocation. *Journal of Animal Science*. 84: 1943-1950.
32. Griggs, T. C.; MacAdam, J. W.; Mayland, H. F. 2005. Non-structural carbohydrate and digestibility patterns in orchardgrass swards during daily defoliation sequences initiated in morning and evening. *Crop Science*. 45: 1295-1303.
33. Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*. 34: 11-18.
34. \_\_\_\_\_. 1982. Herbage intake handbook. Hurley, UK, The British Grassland Society. 150 p.

35. \_\_\_\_\_. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. In: Frame, J. ed. Grazing. Hurley, The British Grassland Society. pp 51-64 (Occasional Symposium no. 19).
36. Holmes, W.; Lang, R. W. 1963. Effects of fertilizer nitrogen and herbage dry-matter content on herbage intake and digestibility in bullocks. *Animal Production*. 5: 17-26.
37. Horn, F. P.; Telford, J. P.; McCroskey, J. E.; Stevens, D. F.; Whiteman, J. V.; Toutseck, R. 1979. Relationship of animal performance and dry matter intake to chemical constituents of grazed forage. *Journal of Animal Science*. 49: 1051-1058.
38. Huffman, M. A. 2001. Self-medicative behavior in the African great apes; an evolutionary perspective into the origins of human traditional medicine. *Bioscience*. 51: 651-661.
39. Huges, R. N. 1990. Behavioural mechanisms of food selection. Berlin, DE, NATO ASI Series. 20 p.
40. Hyman, J. B.; McAninch, J. B; DeAngelis, D. L. 1991. An individual-based simulation model of herbivory in a heterogeneous landscape. Omaha, NE, USA, Institute Livestock Conservation Patterns of Transit Losses. 1970 p.
41. Jiang, Z.; Hudson, R. H. 1993. Optimal grazing of wapiti (*Cervus elaphus*) on grassland; patch and feeding station departure rules. *Evolutionary Ecology*. 7: 488-498.
42. Jouanine, L.; Lapierre, C. 2012. Lignins, biosynthesis biodegradation and bioengineering. Versailles, France Institut Jean Pierre Bourgin. 235 p.
43. Kenny, P. A.; Black, J. L. 1984 Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35: 565-578.
44. Kidunda, R. S.; Rittenhouse, L. R. 1992. Temporal selection of spatially separated patches based on pairing of food and environmental cues. *The American Naturalist*. 43:408-410.

45. Laca, E. A. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47:91-102.
46. \_\_\_\_\_.; Distel, R. A.; Griggs, T. C.; Demment, G. P.; Deo, M. W. 1993. Field test of optimal foraging with cattle; the marginal value theorem successfully predicts patch selection and utilization. *In*: International Grasslands Congress (17<sup>th</sup>., 1993, Queensland). Proceedings. Rock Hampton, New Zealand Grassland Association. pp. 709-710.
47. \_\_\_\_\_. 1994a. Effects of canopy structure on patch depression by grazers. *Ecology*. 75:760-716.
48. \_\_\_\_\_.; Ungar, E. D.; Demment, M. W. 1994b. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*. 39: 3-19.
49. \_\_\_\_\_.; Demment, W. M. 1996. Foraging strategies of grazing animals. *In*: Illius, A. W.; Hodgson, J. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, UK, CAB International. pp 137-158.
50. \_\_\_\_\_. 1998. Spatial memory and foraging efficiency of cattle. *Journal of Range Management*. 51: 370-378.
51. Larratea, F.; Soutto, J. P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay . Facultad de Agronomía. 174 p.
52. 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. *Applied Animal Behaviour Science*. 71: 277-292.
53. Mazzanti, A. 1997. Producción animal de festuca alta de diferente origen en respuesta a la fertilización nitrogenada. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17(1): 163-164.
54. Minle, B. T. 1992. Interactions between the fractal geometry of landscapes and allometric herbivory. *Theoretical Population Biology*. 41:337-353.

55. Minson, D. J.; McLeod, M. N. 1972. The effect of method of determination of acid-detergent fibre on its relationship with the digestibility of grasses. *Grass and Forage Science*. 27: 23-28.
56. Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 113).
57. Mueggler, W. R. 1965. Cattle distribution on steep slopes. *Journal of Range Management*. 18: 255-257.
58. Newman, J. A.; Parsons, A. J.; Thornley, J. H. M.; Penning, P. D.; Krebs, J. R. 1995. Optimal diet selection by a generalist grazing herbivore. *Functional Ecology*. 9: 255-268.
59. Novellie, P. A. 1978. Comparison of the foraging strategies of blesbok and springbok on the transvalal highveld. *South African Journal Wildl. Research*. 8: 137-144.
60. Orr, R. J. 2001. Intake rate during meals and duration of sheep in different hunger states grazing grass or white clover swards. *Applied Animal Behaviour*. 75: 33-45.
61. O'sullivan, M. 1984. Measurements of grazing behaviour and herbage intake on two different grazing management systems for beef production. *Grassland Beef Production*. 28: 141-150.
62. Parsons, A. J.; Thornley, J. H. M.; Newman, J. A.; Penning, P. D. 1994. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. *Functional Ecology*. 8: 187-204.
63. Penning, P. D. 1994. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. *Grass and Forage Science*. 49: 476-486.
64. Pereira, A. R. 2005. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. *Bragantia (Campinas)*. 64(2): 311-313.
65. Pike G. H. 1984. Optimal foraging theory; a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 15: 523-575.

66. Provenza, F. D.; Cincotta, R. P. 1993. Foraging as a self-organizational learning process; accepting adaptability at the expense of predictability. In: Hughes, R. ed. Diet selection. London, UK, Blackwell. pp. 78-101.
67. \_\_\_\_\_. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on grasslands. *Journal of Animal Science*. 74: 2010-2020.
68. \_\_\_\_\_.; Villalba, J. J.; Cheney, C. D. 1998. Self-organization of foraging behaviour; from simplicity to complexity without goals. *Nutrition Research Review*. 11: 199-222.
69. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2006. Foraging in domestic vertebrates; linking the internal and external milieu. Oxford, CABI. 203 p.
70. Rosengurtt, B. 1943. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; 3ª. contribución. Montevideo, Uruguay, Barreiro y Ramos. 281 p.
71. Rutter, S. M. 2006. Diet preference for grass and legumes in free ranging domestic sheep and cattle; current theory and practice. *Applied Animal Behaviour Science*. 97:17-35.
72. Saravia, C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis Maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 140 p.
73. Scarlatto, S. 2011. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo; efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo. Tesis Maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 71 p.
74. Schlatter, T. W. 1975. Temperature-humidity index. New York, USA, Springer. pp. 837-838.
75. Schoener, T. W. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 11: 369-404.
76. Senft, R. L.; Coughenour, M. B.; Bailey, D.W.; Rittenhouse, L. R.; Sala, O. E.; Swift, D. M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *Bioscience*. 37: 553-557.

77. Staddon, J. E. R. 1983. Adaptive behavior and learning. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 572 p.
78. Stuth, J. W. 1991. Grazing management an ecological perspective. In: Heitschmidt, R. K.; Stuth, J. eds. Foraging behaviour. Portland, USA, Timber. pp. 65–83.
79. Turner, M. G. 1993. A landscape simulation model of winter foraging by large ungulates. Ecology Modeling. 69: 163-184.
80. Ungar, E. D. 1996. Ingestive behaviour. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, UK, CAB international. pp. 185-218.
81. Valentine, K. A. 1947. Distance from water as a factor in grazing capacity of rangeland. Journal of Forestry. 45: 749-754.
82. Villalba, J. J.; Provenza, F. D. 1999. Nutrient-specific preferences by lambs conditioned with intraruminal infusions of starch, casein, and water. Journal of Animal Science. 47: 378-387.
83. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Han, G. 2004. Experience influences diet mixing by herbivores; implications for plant biochemical diversity. Oikos. 107: 100-109.
84. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009. Learning and dietary choice in herbivores. Rangeland Ecology Management. 62:399-406.

## 9. ANEXOS

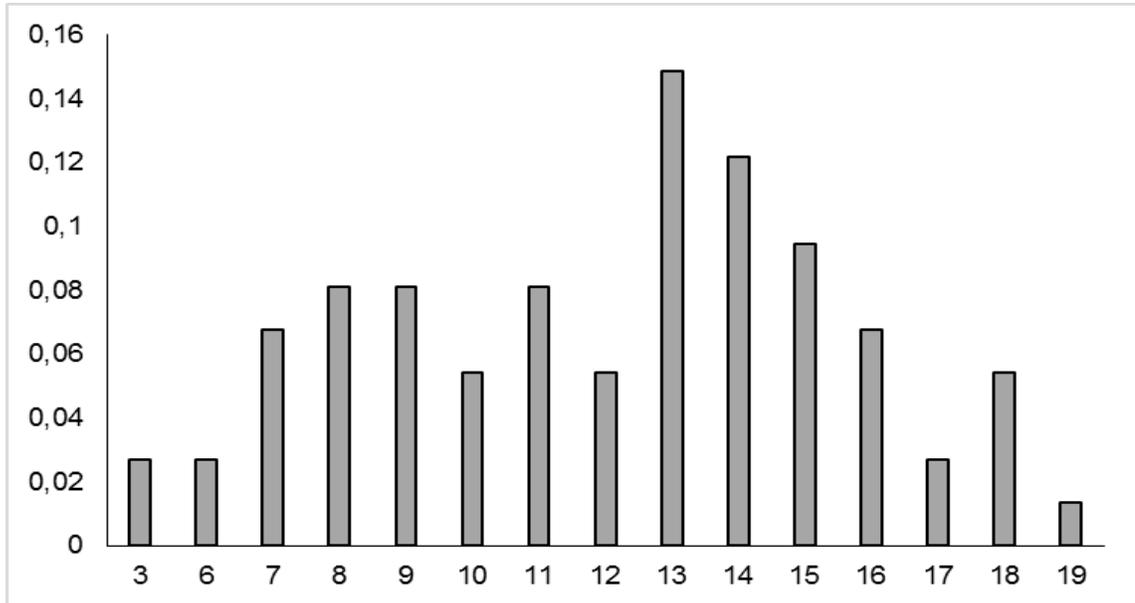
Anexo 1. Alturas y desvíos estándar del período 1, para cada tratamiento correspondiente a los días de entra, medio y salida de la semana de comportamiento ingestivo

Período 1	CN		CNM		N60		N120	
	media	desvío	Media	desvío	media	desvío	media	desvío
Entrada	16,55	7,34	12,21	5,28	13,65	6,45	14,50	6,10
Medio	12,27	6,35	11,74	5,45	14,61	6,43	13,86	6,00
Salida	11,40	5,85	10,63	4,22	11,78	5,34	11,96	5,77

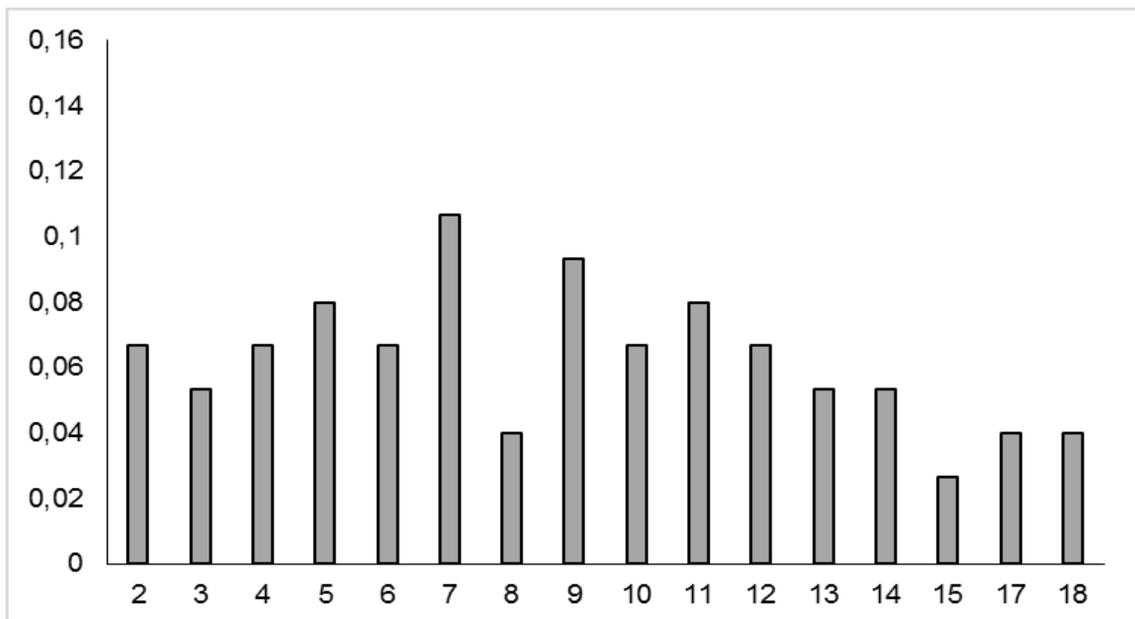
Anexo 2. Alturas y desvíos estándar del período 2, para cada tratamiento correspondiente a los días de entra, medio y salida de la semana de comportamiento ingestivo

Período 2	CN		CNM		N60		N120	
	media	desvío	Media	desvío	media	desvío	media	desvío
Entrada	8,71	4,51	10,46	5,33	9,53	4,49	10,29	4,50
Medio	6,81	4,34	8,35	3,07	9,51	4,64	8,85	4,40
Salida	6,72	3,95	8,39	3,33	8,32	4,69	8,49	4,62

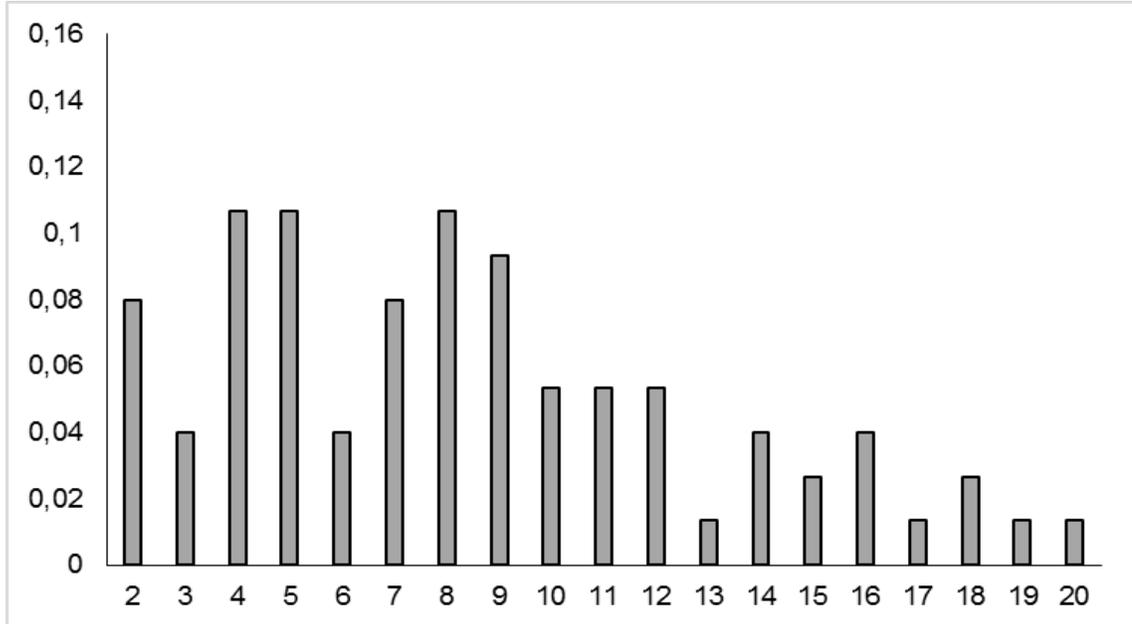
Anexo 3. Ejemplo de frecuencias de las alturas para el día de entrada, del tratamiento N120 para el bloque 3



Anexo 4. Ejemplo de frecuencias de las alturas para el día del medio, del tratamiento N120 para el bloque 3



Anexo 5. Ejemplo de frecuencias de las alturas para el día de salida, del tratamiento N120 para el bloque 3



Anexo 5. Proporción de actividades durante el día según tratamiento en el período 1

T	día	ag	d	ru	pe	pb
Cn	Entrada	3%	13%	24%	56%	4%
Cn	Medio	3%	11%	19%	64%	3%
Cn	Salida	3%	11%	17%	66%	3%
Cnm	Entrada	3%	11%	21%	61%	3%
Cnm	Medio	3%	13%	20%	61%	2%
Cnm	Salida	4%	14%	16%	65%	2%
n60	Entrada	3%	14%	23%	57%	4%
n60	Medio	3%	17%	20%	57%	3%
n60	Salida	4%	12%	17%	64%	3%
n120	Entrada	3%	16%	24%	52%	6%
n120	Medio	3%	16%	19%	59%	3%
n120	Salida	4%	14%	22%	56%	3%

Anexo 6. Proporción de actividades durante el día según tratamiento en el período 2

T	día	ag	d	Ru	pe	pb
Cn	Entrada	3%	12%	13%	70%	2%
Cnm	Entrada	2%	13%	17%	66%	2%
n60	Entrada	3%	7%	18%	70%	2%
n120	Entrada	2%	10%	19%	67%	2%

Anexo 7. Tiempo (min.) dedicado a cada actividad por turno y tratamiento, para el período 1, en los días de entrada

Tratamiento	turno	ag	D	ru	pe	pb
Cn	1	8	13	29	121	9
Cn	2	4	40	71	58	7
Cn	3	2	38	62	72	5
Cn	4	7	8	16	142	7
Cnm	1	9	17	29	118	8
Cnm	2	3	55	77	41	5
Cnm	3	5	24	45	100	6
Cnm	4	4	7	13	149	7
n60	1	10	10	17	136	8
n60	2	1	37	110	25	7
n60	3	4	49	58	62	6
n60	4	6	7	3	157	6
n120	1	9	30	48	79	15
n120	2	3	43	47	76	11
n120	3	5	23	51	94	6
n120	4	6	15	27	121	11

Anexo 8. Tiempo (min.) dedicado a cada actividad por turno y tratamiento, para el período 1, en los días del medio

Tratamiento	turno	ag	d	ru	pe	pb
cn	1	6	19	25	124	6
cn	2	3	32	56	84	5
cn	3	7	27	42	95	10
cn	4	3	9	20	144	4
cnm	1	5	29	25	116	5
cnm	2	5	42	58	71	4
cnm	3	5	19	38	113	5
cnm	4	6	9	32	129	3
n60	1	7	18	29	121	5
n60	2	1	57	74	43	4
n60	3	8	51	34	81	7
n60	4	7	7	21	142	4
n120	1	5	20	34	116	4
n120	2	3	67	63	45	2
n120	3	6	31	33	104	7
n120	4	7	8	19	141	4

Anexo 9. Tiempo (min.) dedicado a cada actividad por turno y tratamiento, para el período 1, en los días de salida

Tratamiento	turno	ag	D	ru	pe	pb
cn	1	8	24	28	114	6
cn	2	6	23	44	103	4
cn	3	4	26	50	94	6
cn	4	7	6	4	160	4
cnm	1	8	17	19	131	5
cnm	2	5	44	47	80	4
cnm	3	5	35	47	90	3
cnm	4	7	6	5	157	5
n60	1	10	15	12	138	6
n60	2	4	35	67	70	5
n60	3	8	29	45	88	10
n60	4	7	12	4	154	3
n120	1	8	30	33	104	5
n120	2	8	28	63	74	7
n120	3	5	26	67	76	6
n120	4	8	15	25	130	1

Anexo 10. Tiempo (min.) dedicado a cada actividad por turno y tratamiento, para el período 2, en los días de entrada

Tratamiento	turno	ag	d	ru	pe	pb
cn	1	9	23	14	134	1
cn	2	4	54	47	68	6
cn	3	5	11	26	132	6
cn	4	3	2	5	169	1
cnm	1	6	13	24	129	8
cnm	2	2	48	63	64	3
cnm	3	2	28	30	115	4
cnm	4	3	7	6	162	2
n60	1	8	10	17	138	7
n60	2	5	30	70	70	5
n60	3	10	8	37	123	2
n60	4	2	0	0	178	0
n120	1	5	2	38	135	0
n120	2	3	50	63	58	5
n120	3	5	22	30	120	3
n120	4	6	0	11	160	4

Anexo 11. Asignación de forraje en Kg de materia seca cada 100 Kg de peso vivo, para el tratamiento campo natural, según bloque en estudio y días de la semana de pastoreo entrada, medio y salida

CN	Bloque 3	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 3	Bloque 2
Entrada	8,3	10,8	10,0	8,3	11,0
Medio	5,6	10,1	sd	7,3	-
Salida	5,0	9,9	8,4	7,3	-

Anexo 12. Asignación de forraje en Kg de materia seca cada 100 Kg de peso vivo, para el tratamiento campo natural mejorado, según bloque en estudio y días de la semana de pastoreo entrada, medio y salida

CNM	Bloque 3	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 3	Bloque 2
Entrada	9,6	11,3	7,1	11,3	7,5
Medio	8,4	10,5	sd	8,0	-
Salida	8,2	9,6	6,8	8,0	-

Anexo 13. Asignación de forraje en Kg de materia seca cada 100 Kg de peso vivo, para el tratamiento N60, según bloque en estudio y días de la semana de pastoreo entrada, medio y salida

N60	Bloque 3	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 3	Bloque 2
Entrada	15,2	19,0	15,7	10,4	15,0
Medio	14,6	19,7	sd	9,9	-
Salida	12,4	14,8	16,4	8,9	-

Anexo 14. Asignación de forraje en Kg de materia seca cada 100 Kg de peso vivo, para el tratamiento N120, según bloque en estudio y días de la semana de pastoreo entrada, medio y salida

N120	Bloque 3	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 3	Bloque 2
Entrada	16,2	21,5	17,0	12,3	15,3
Medio	15,0	20,5	sd	9,6	-
Salida	14,3	15,0	15,7	9,3	-