

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL MÉTODO DE PASTOREO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN
DE LA LECHE Y DESAPARICIÓN DE LA PASTURA

por

Fernanda BAILON FERRAO
Lucía FERNÁNDEZ LONG
Sebastián PESOA MERELLO

Trabajo final de grado presentado
como uno de los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2022

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste

Zootecnista Msc. Gabriel Menegazzi

Ing. Agr. Msc. Maite Fajardo

Ing. Agr. Msc. Pamela Giles

Ing. Agr. Msc. Oliver Fast

Fecha: 20 de octubre de 2022

Autor:

Fernanda Bailon Ferrao

Lucía Fernández Long

Sebastián Pesa Merello

Agradecimientos:

Debemos agradecer a Pablo por la oportunidad de realizar esta tesis. A Diego por estar disponible para dudas en la parte práctica y a Gabriel, por toda la ayuda brindada y tiempo dedicado durante el proceso.

Agradecemos también a Oliver y Matías por su aporte en la parte práctica como además los chicos de la UTU por su ayuda en el relevamiento de datos.

Sobre todo, agradecer a nuestros familiares por el apoyo brindado durante toda la carrera y especialmente en esta última etapa.

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1.INTRODUCCIÓN	1
2.REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1. PASTURA COMO LA BASE DEL SISTEMA	3
2.1.1 Estructura de la pastura.....	3
2.1.2 Preferencia y selección en el momento de pastoreo	4
2.2 ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL PASTOREO	5
2.2.1. Características de la pastura que interfieren en el comportamiento ingestivo animal.....	6
2.2.2. Desaparición de la pastura	8
2.2.3. Asignación de forraje.....	9
2.2.4 Tiempo de acceso	9
2.3. PASTOREO Y METODOS DE PASTOREO	11
2.3.1. Métodos de pastoreo y su influencia en la producción de leche.....	12
2.3.2. Composición de la leche y factores que la afectan	14
2.4.CONSUMO Y CALIDAD DE LA DIETA	16
2.4.1. Comportamiento ingestivo bajo pastoreo	16
2.5. AMBIENTE	18
3.MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL	20
3.2. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.3. MANEJO DE LOS ANIMALES	21
3.3.1. Determinaciones en la pastura previo a la entrada de los animales.....	21
3.3.2 Determinaciones en el animal.....	22
3.4. CONSUMO APARENTE	23
3.5. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE	23
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24

4.RESULTADOS.....	25
4.1. CLIMA	25
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA	28
4.2.1 Altura	28
4.2.2. Consumo aparente de forraje	30
4.2.3. Defoliación de macollos	32
4.3. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE	32
4.4. COMPORTAMIENTO BAJO PASTOREO.....	35
4.4.1. Tiempo de pastoreo.....	35
4.4.2. Número de sesiones	36
4.4.3 Distancia recorrida.....	39
5.DISCUSIÓN	42
6.CONCLUSIONES	50
7.RESUMEN.....	51
8.SUMMARY	52
9.BIBLIOGRAFÍA	53

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

	Página
Página.....	VI
Tabla N° 1: Categorías que determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras en lactación según el LivestockWeather Safety Index (LWSI).....	18
Tabla N°2: Forraje disponible (kg MS/ha) en los momentos de entrada (forraje disponible pre pastoreo) y salida (forraje disponible luego del pastoreo) para cada tratamiento, en los tres experimentos y su consumo aparente.	30
Tabla N°3: Descripción de TMR del experimento 1.	30
Tabla N°4: Composición química de la TMR del experimento 1.....	31
Tabla N°5: Contenido de grasa, proteína y lactosa para tratamiento diario (TD) y semanal (TS) para los 3 experimentos.	34

	Página
Figura N°1: Porcentaje de la pastura removida respecto a la altura de la pastura antes del pastoreo.	8
Figura N°2: Consumo y utilización del forraje según asignación de pastura.	9
Figura N°3: Consumo de MS en función del tiempo de acceso a la pastura.	10
Figura N°4: Métodos de pastoreo.	12
Figura N°5: Esquema de un período de evaluación.....	21
Figura N°6: Evolución del ITH y valores de temperatura media para el Experimento 1 (Figura 6A), Experimento 2 (Figura 6B), Experimento 3 (Figura 6C).....	26
Figura N°7: Imagen de las parcelas luego de un día de lluvia, tratamiento semanal (izquierda), tratamiento diario (derecha) (Figura 7A). Zoom de la parcela diaria (Figura 7B).....	27
Figura N°8: Evolución de la altura de salida para Experimento 1 (Figura 8A), Experimento 2 (Figura 8B), y Experimento 3 (Figura 8C), según los días de ocupación de la parcela en el tratamiento semanal y para cada parcela del tratamiento diario.	29
Figura N°9: Dinámica de defoliación de macollos en el tratamiento semanal durante el experimento 1.	32

Figura N°10: Evolución de la producción de leche diaria para ambos tratamientos. Experimento 1 (Figura 10A), Experimento 2 (Figura 10B), Experimento 3 (Figura 10C).....	33
Figura N°11: Tiempo dedicado por los animales a la actividad de pastoreo del experimento 1 (Figura 11A), experimento 2 (Figura 11B), experimento 3 (Figura 11C).....	35
Figura N°12: Tiempo dedicado a rumia (minutos) y tasa de bocado (bocados/min/vaca en el experimento 1. No se encontraron diferencias en ninguna de las variables.....	36
Figura N°13: Número de sesiones de pastoreo para cada tratamiento y momento del experimento 1 (Figura 13A), experimento 2 (Figura 13B), y experimento 3 (Figura 13C). No se encontraron diferencias en ninguno de los experimentos.....	37
Figura N°14: Patrón de pastoreo de las vacas en régimen de pastoreo con franjas semanales y diarias en tres momentos inicio (I), medio (M) y fin (F) para los tres experimentos.....	38
Figura N°15: Distancia recorrida promedio en un día para cada vaca por tratamiento dividida en momentos para experimento 1 (figura 15A), experimento 3 (figura 15B).	39
Figura N°16: Recorrido dentro de la parcela diaria (TD) y parcela semanal (TS), para los 3 momentos del experimento 1 (inicio, medio y fin).	40
Figura N°17: Recorrido dentro de la parcela diaria (TD) y parcela semanal (TS), para los 3 momentos del experimento 3 (inicio, medio y fin).	41

1. INTRODUCCIÓN

La producción lechera en Uruguay se ha basado históricamente en un régimen pastoril. En los últimos 10 años se produjo un aumento en la producción de leche y se intensificó el uso del suelo. El área asociada a la agricultura se ha ido incrementando en detrimento de la superficie ocupada por la lechería, lo que genera una alta competencia por el recurso suelo (Durán et al., 2010). En este marco la asignación de recursos disponibles y los cambios tecnológicos contribuyen al mantenimiento de la competitividad (Durán et al., 2010). Los sistemas pastoriles son el sistema de alimentación de menor costo, ya que los nutrientes provienen de una fuente más económica como lo es la pastura (Fariña y Chilbroste, 2019). Sin embargo, para lograr niveles adecuados de consumo total de materia seca (MS) y de energía en momentos donde la pastura no es suficiente, es necesaria la suplementación.

Se puede pensar en sistemas donde su énfasis sea minimizar costos de producción y sean simples de operar. Estos sistemas podrían ser autosostenidos por lo cual podrían producir todo el forraje que consumen, que tengan pocos verdes, que tengan mucha perennidad, que suplementen en la sala de ordeño. Y cuando dan reservas de forraje, dan silo de pradera, o más bien henilaje, porque la idea es utilizar poca maquinaria. En el otro extremo, se encuentra los sistemas donde el objetivo sea maximizar la productividad o el ingreso neto, aunque se trabajaría con costos más altos porque requieren más inversión, maquinaria, y mayor demanda de personal. Entre medio de estos sistemas pueden existir un par de opciones más, que se adecuen al perfil de cada predio lechero (Fariña y Chilbroste, 2019).

El manejo del pastoreo tiene importantes repercusiones en el rendimiento y persistencia de la pradera y, en consecuencia, afecta su capacidad sustentadora. Además, controla la oferta de forraje por animal y su valor nutritivo, determinando el consumo de nutrientes y el rendimiento individual. Un adecuado sistema de pastoreo es aquél que permite optimizar la producción de forraje de alta calidad y maximizar su consumo por los animales.

En cuanto a los métodos de pastoreo, si bien hay un amplio rango de opciones. Di Virgilio et al. (2019) analizaron diferentes estrategias de pastoreo y su influencia en indicadores de sustentabilidad en diferentes ecosistemas, afirmando que el pastoreo continuo tiene efectos negativos en la vegetación, pero sólo se observó en bosques y en situaciones de alta carga. A pesar de que mundialmente se aplican diversos esquemas de pastoreo, sus efectos pueden ser muy diferentes según los tipos de campos y resalta la importancia del manejo adaptativo para lograr la sustentabilidad en el manejo del campo natural. En general los sistemas lecheros usan el pastoreo rotativo. Estos sistemas utilizan prácticas de pastoreo rotativo, en las que las vacas "rotan" alrededor de una secuencia de potreros (es decir, un área de pastoreo cerrada), lo que permite que cada potrero se recupere del pastoreo, y así aproveche la fase exponencial de crecimiento mientras la pastura este en reposo. Este sistema también tiene las ventajas laborales de recolectar vacas para ordeñarlas en un área confinada pequeña

en comparación con un sistema en el que las vacas tienen libre acceso a toda la granja o a grandes áreas de la misma (Roche et al., 2017). En la ganadería de carne es más común la ocupación continua de las pasturas. El pastoreo rotativo clásico consiste en que el área total destinada para pastoreo en un predio, sea dividida en un número determinado de potreros. Los sectores dentro de cada potrero, denominados franjas, serán pastoreados durante un día o menos. Estas franjas serán pastoreadas en forma secuencial con una frecuencia e intensidad determinada. Las divisiones entre una franja y otra son móviles y pueden ser realizadas con un cerco eléctrico. Por otro lado, en el pastoreo continuo, los animales permanecen continuamente sobre la pradera por un número determinado de semanas e incluso por toda la temporada. Lo anterior no significa que cada macollo, estolón o planta que compone la pradera, es defoliada en forma continua, ya que estudios especializados sobre sistemas de pastizales anuales en California han determinado que el intervalo entre defoliaciones en un pastoreo continuo puede variar desde 5 días hasta 4 semanas, dependiendo, entre otros factores, de la carga animal (Holechek, 1983)

En un trabajo realizado por Paredes y Rodio (2022) se estudió el efecto en la productividad de vacas lecheras y de la pastura cuando son sometidos a pastoreos en parcelas diarias en contraste con parcelas de 3 a 4 días de ocupación. En el mismo se buscaba determinar la respuesta productiva en los animales y en la pastura frente a cambios en el manejo clásico de franjas diarias de manera de modificarlas para lograr un mayor beneficio para el productor y de este modo simplificar la tarea diaria.

Dado que las pasturas son una importante parte de la alimentación en la lechería uruguaya, ha sido objeto de muchos estudios a nivel nacional. La forma de cómo manejar y como ofrecer a los animales ha sido una de las interrogantes generadas en los intercambios con los productores y técnicos en varias Jornadas de Lechería que se realizan en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, Paysandú.

La hipótesis de este trabajo es que el método de pastoreo afectará el comportamiento ingestivo de las vacas a lo largo de los días, sin afectar el desempeño productivo de las mismas y la tasa de desaparición de la pastura.

Por esta razón este trabajo tiene como objetivo evaluar si el método de pastoreo (franja semanal vs diaria) influye en la performance productiva y comportamiento en pastoreo de la vaca lechera, y en la dinámica de defoliación de la pastura a lo largo de los días.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. PASTURA COMO LA BASE DEL SISTEMA

Utilizar pasturas para la alimentación de vacas lecheras resulta ser el sistema de alimentación más barato porque el pastoreo de forraje es la fuente más económica de nutrientes (Peyraud y Delaby, 2001). Hardoy y Danelón (1989) indican que, por medio de la selección de la dieta, los animales en pastoreo buscan cubrir sus requerimientos nutricionales. La importancia del proceso de selección radica en el impacto que tiene sobre el sistema ecológico de la pastura y en que la posibilidad de seleccionar afecta la ingesta total de nutrientes, al variar la cantidad y calidad del forraje consumido.

La producción de leche se incrementa a medida que aumenta la asignación de forraje, esto se debe a un mayor consumo total de materia seca. Además, se han reportado reducciones en producción de leche a medida que disminuye la asignación de forraje (King et al., 1980). Poppi et al. (1987) observaron que las mayores asignaciones de forraje por animal se asocian a pastoreos selectivos, ya que los animales han desarrollado estrategias de pastoreo, que involucran señales digestivas y metabólicas, en respuesta a la variabilidad de los ambientes que se presenten en la pastura. La decisión de la estrategia a emplear va a depender de la relación costo beneficio que le proporcione al animal en el momento o estado en el que se encuentra. La comprensión de los patrones naturales de comportamiento de pastoreo de rumiantes y sus reacciones ante las restricciones impuestas sobre ellos, sin duda puede ayudar a mejorar el manejo del pastoreo, de modo de maximizar la eficiencia de utilización de este recurso, así como la ingesta individual de los animales (Gibb, 2006).

2.1.1 Estructura de la pastura

La estructura de la pastura es definida y medida como la distribución y arreglo de las partes de las plantas de una comunidad por encima del suelo (Laca y Lemaire, 2000). Incluye la cantidad de forraje (expresada en kg/ha) la relación hoja/vaina, la altura y densidad de la pastura (tallos/m²) (McGilloway et al., 1999). Hay varios aspectos por los cuales es importante conocer la estructura del tapiz, uno de ellos es el efecto que produce sobre el consumo de los animales en pastoreo. Los factores de las pasturas que influyen sobre el consumo se pueden agrupar en “nutricionales” y “no nutricionales”. Los factores no nutricionales son aquellos que afectan la cosecha física (accesibilidad) del forraje que el animal puede acceder y son las que en primera instancia determinan el consumo, estas variables son por ejemplo la estructura de la pastura, la disponibilidad por animal y por hectárea y la cantidad de forraje post-pastoreo (García, 1995).

Haciendo referencia a la estructura de la pastura, ésta cambia con la estación del año, modificando la distribución espacial de los componentes morfológicos en los estratos. La estructura a su vez es afectada entre otros por los tipos y proporción de

especies que se encuentran en el tapiz, el manejo del pastoreo, edad de la pastura, estación del año y condiciones de fertilidad (García, 1995).

Se ha observado que en pasturas con alto IAF (índice área foliar) se logra un menor número de macollos de mayor tamaño y número de hojas vivas por macollo. Este aspecto es muy importante ya que de esto dependerá la respuesta de la pastura luego de una defoliación. Cuando una pastura es mantenida con alto IAF (por lo tanto, presentando un bajo número de macollos grandes) y es defoliada severamente ocurre una remoción de una importante porción de las hojas por lo que la posterior restauración del área foliar dependerá de las reservas (Davies, 1965). Poblaciones bajas de macollos pueden ser causa de limitaciones ambientales, como falta de agua o competencia por nutrientes. La respuesta de plantas individuales a la intensidad y frecuencia de defoliación involucra procesos que integran el complejo planta-animal: en el corto plazo ocurren respuestas fisiológicas asociadas a la reducción de carbono suministrado para las plantas, resultante de la pérdida de parte del área fotosintética; y en el largo plazo existen respuestas morfológicas que permiten a la planta adaptar su arquitectura y escapar a la defoliación (Briske, 1996).

La tasa de elongación de hojas, la tasa de aparición de hojas y la vida media foliar, son las variables morfogenéticas que determinan los cambios de estructura que experimentan los macollos en el transcurso de su desarrollo, de esta manera determinan la recuperación de la pastura luego del pastoreo. Estos constituyen los procesos morfogenéticos básicos que definen la estructura de la pastura, principalmente el tamaño final de la hoja, la densidad poblacional de macollos y el número de hojas vivas por macollo (Cauduro et al., 2006).

2.1.2 Preferencia y selección en el momento de pastoreo

La preferencia es la discriminación que muestran los animales entre tipos de pasturas o entre los componentes de una pastura cuando presentan la misma probabilidad de ser pastoreados. La misma se determina al ofrecer en similares condiciones dos tipos de forrajes diferentes y comparar su consumo, en cambio la selectividad puede entenderse como la decisión de pastoreo en parches alternativos donde la accesibilidad a las diferentes opciones forrajeras no es la misma (Utsumi et al., 2009).

Mediante la selección de la dieta, los animales en pastoreo intentan cubrir sus requerimientos nutricionales. La importancia del proceso de selección radica en el impacto que tiene sobre el sistema ecológico de la pastura y en que la posibilidad de seleccionar afecta la ingesta total de nutrientes, al variar la cantidad y calidad del forraje consumido en el espacio (Hardoy y Danelón, 1989). Dicho proceso, Hodgson (1985) lo fracciona en dos fases, la selección del sitio de pastoreo y la selección del bocado. La selección del sitio de pastoreo por parte de los animales está fuertemente influenciada por la composición de la pastura, utilizando como estimadores de la preferencia la cantidad y calidad del forraje. Después de seleccionar el sitio de pastoreo los animales seleccionan los bocados individuales que toman, donde la preferencia es

a favor de las leguminosas frente a gramíneas, hojas en lugar de tallos y más tejido vivo que el promedio de la vegetación a la cual tienen acceso (Illius, 1986).

En cuanto a la heterogeneidad, Cid y Brizuela (1998) indican que se detecta por variaciones edáficas y efecto del pastoreo, el ganado selecciona aún en pasturas monoespecíficas, creando las diferentes zonas o parches. Cuando los parches pastoreados ya no son capaces de aportar forraje, se inician pastoreos en nuevas zonas sin pastorear, hasta que estos parches colapsen nuevamente (Ring et al., 1985).

Por otro lado, Montossi et al. (2000) mencionan que la selectividad aumenta al incrementarse la altura del tapiz y es menor en tapices densos. Por esta razón los animales seleccionan más en forrajes altos y esparcidos más que bajos y densos. Esta también ocurre entre tallo y hoja, entre material seco y verde. La selección a nivel de planta hace referencia a la que ocurre entre especies con diferente estructura, contenido de nutrientes y calidad de las hojas, que determinan la tasa de consumo (O'Reagain y Schwartz, 1995).

Finalmente, animales en pastoreo varían la selección con el transcurso del día, presentando un comportamiento menos selectivo durante la mañana y aumentando hacia la tarde a medida que experimentan una mayor sensación de saciedad (Hardoy y Danelón, 1989).

2.2. ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL PASTOREO

Según Parsons (1988) programar un manejo eficiente del pastoreo requiere, además, de la optimización simultánea de la producción de forraje y de la cosecha por el ganado, lo cual plantea un conflicto. El pastoreo severo asegura la cosecha instantánea eficiente del forraje, pero en ocasiones, puede reducir la producción de forraje al minimizar la subsiguiente captación de energía lumínica. El pastoreo liviano maximiza la producción primaria, pero a costa de que un porcentaje elevado de biomasa senesca y muera en lugar de ser consumido por los animales. El manejo óptimo de la defoliación resulta, entonces, del compromiso entre la necesidad de retener área foliar para fotosintetizar, y la necesidad de remover el tejido foliar antes de que una alta proporción senesca. Por ello, para diseñar sistemas de producción animal de alta eficiencia, se requiere de la comprensión de la dinámica del proceso de crecimiento de forraje en asociación a factores del ambiente, y del impacto del factor uso (Colabelli et al., 1998).

En el orden práctico, existe una necesidad creciente en productores y técnicos por estimar la cantidad de forraje que tienen las pasturas como un requisito básico para el manejo del pastoreo y la implementación de criterios de presupuestación forrajera (García, 1995). Entre los factores de manejo que hay que tener en cuenta, uno de los principales es la severidad o altura de pastoreo, ya que hay que mantener suficiente hoja en cada macollo para que el crecimiento se reinicie rápidamente luego del pastoreo (Allden y Withakker, 1970).

Según (Nabinger, 1996) el manejo del pastoreo es el factor fundamental en determinar la productividad de las pasturas ya que puede estimular o reducir la producción de forraje, por lo que resulta necesario identificar combinaciones en intensidad y frecuencia de defoliación para los cuales exista una adecuada productividad sin deteriorar las pasturas.

El proceso de manejo, particularmente a través de la definición de pasturas relacionado a la altura por ejemplo ha avanzado, demostrando la importancia de comprender los procesos involucrados en la búsqueda de forraje de los animales con el fin de optimizar el aprovechamiento de la pastura (Carvalho, 2001).

2.2.1. Características de la pastura que interfieren en el comportamiento ingestivo

animal

La altura del forraje disponible se considera la variable de la pastura más directamente asociada al tamaño de bocado y a las tasas de consumo instantáneo. Se han reportado relaciones lineales entre el tamaño de bocado y la altura en un amplio rango de situaciones productivas (Hodgson, 1985, Forbes, 1988, Demment et al., 1995). A medida que la planta se envejece, la estructura de la misma se modifica, esta va a afectar el consumo a través del peso de bocado, la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo (Gibb et al., 1997). Los atributos de la pastura son el principal factor determinante de los cambios en el consumo y la selectividad en el corto plazo.

El animal es capaz de demostrarnos, a través de su comportamiento de pastoreo, las características de su ambiente pastoril. Es importante observar el comportamiento en pastoreo con el fin de comprender las relaciones planta-herbívoro. Los animales que pastorean se enfrentan a bocados potenciales que serán cosechadas en la vegetación. Como resultado de señales internas y externas percibidas por el animal determinaran qué bocados recolectaran efectivamente. Además, mediante su comportamiento se conocerá sobre la abundancia y la calidad de su comida que, si se usa para considerar acciones de manejo, puede convertirse en una herramienta importante para el manejo del animal sobre la pastura. El pastoreo es un proceso fundamental que afecta la dinámica y el funcionamiento de los ecosistemas de pastizales. Sus componentes de comportamiento comprenden buscar alimento, recolectar y procesar los tejidos vegetales en diferentes escalas espacio-tiempo real en el proceso de pastoreo (Carvalho, 2013).

Además de la altura del forraje disponible, Chilbroste (1998) demostró que hay tres factores adicionales que deben ser tomados en cuenta para predecir el consumo de materia seca bajo pastoreo: densidad de la pastura, presencia de barreras físicas a la cosecha del forraje y contenido de MS del forraje. Densidad y altura son dos componentes de la estructura del tapiz, que se refiere a la forma como se distribuye el forraje desde el nivel del suelo al estrato superior, esto es importante tener en cuenta ya que una misma cantidad de forraje se puede lograr con pasturas densas y bajas o con pasturas laxas y altas (García, 1995). Según Carvalho (2013) la altura de la pastura

permite que las vacas puedan ingerir forraje a altas tasas de ingesta y así aprovechar las pocas horas que los animales pueden dedicar al pastoreo. Esto es particularmente importante en los sistemas lecheros, donde las vacas tienen un período limitado para recolectar forraje mediante el pastoreo. En un experimento realizado por Fisher et al. (1996), obtuvieron como resultado que los animales con acceso a la pastura que presentaban una mayor densidad de macollos vivos lograron una mejor utilización del forraje disponible y también mayor consumo de materia seca y producción de leche. Carvalho et al. (2009) plantea que es fundamental conocer que la pastura manejada a una altura adecuada muestra una mayor acumulación de forraje a lo largo de su ciclo productivo y, por tanto, soportan más carga animal en el período total de su utilización. Los herbívoros que pastan, seleccionan plantas y componentes morfológicos para optimizar la ingesta de nutrientes, así como minimizar la energía en ingesta de fitoquímicos nocivos. La defoliación provoca la eliminación diferencial de tejido, alterando la competencia de la vegetación y patrones de crecimiento de las plantas, de esa manera la estructura de los pastos se ve alterada por la defoliación. Al mismo tiempo la estructura de los mismos determina los patrones de defoliación y la ingesta de forraje, que en última instancia determina la condición corporal, la aptitud de los animales y como resultado la productividad de los mismos. La altura óptima para ofrecer al animal es de mayor relevancia, dada la preponderancia de la profundidad sobre el área de bocado en la construcción de la masa del mismo, que a su vez se reconoce como el principal determinante de la tasa de ingestión por animales en pastoreo (Silva y Carvalho, 2005).

Por su parte Gibb et al. (1999) reportaron que con reducciones en la altura de la pastura existe un incremento en el pastoreo a expensas de la reducción en la rumia y descanso de vacas lecheras.

Existiría un horizonte mínimo de 2,9 cm mencionado por Chilibroste (2002) por debajo del cual las vacas no logran pastorear, ya sea por barreras físicas o por rechazar pastorear a alturas tan bajas debido a restricciones en el comportamiento de pastoreo. Según Galli et al. (1996), la presencia de cantidades crecientes de vainas de la hoja en el horizonte de pastoreo es una restricción al momento de la cosecha de forraje que realizan los animales. El efecto de las vainas no es sólo sobre la profundidad del bocado, sino que también interfiere en el área de este, ya que éstas producen mayor resistencia al corte.

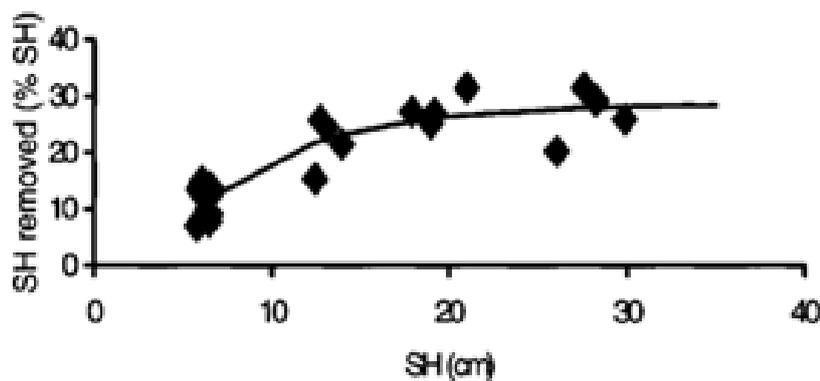
En un trabajo de vacas en pastoreo, Gibb et al. (1997) reportaron que la tasa de consumo de forraje fresco fue constante durante el día, mientras que la tasa de consumo de MS aumentó linealmente. Este mismo autor en un trabajo más reciente reportó que la pastura sufre cambios en su composición química y esto afecta el comportamiento del ganado en pastoreo. En la mañana las pasturas presentan un mayor contenido de agua, esto lleva a que las sesiones de pastoreo sean más cortas en relación a las de la tarde, donde el contenido de agua es menor. Sobre el final del día la tasa de consumo se incrementa debido a un aumento en el tamaño de bocado y a una mayor tasa de bocado (Gibb, 2006).

2.2.2. Desaparición de la pastura

Según Chilibróste (2002) los animales pastorean respetando los horizontes de la pastura, en función de esto propone que estos remueven una proporción relativamente fija de la altura total de la misma. Cuando pastorean bajan la biomasa, remueven más hojas que tallos, ya que seleccionan, cambiando la estructura y la composición de la pastura (Dalley et al., 1999). El mejor aprovechamiento de la pastura está en rangos de eficiencia de tasas de cosecha cercanas al 50-60%, rango que sería un compromiso para optimizar el desempeño animal, tanto a nivel individual como por unidad de área (Carvalho et al., 2004).

Existe la hipótesis de que el animal remueve una proporción fija (aún a alturas mayores de 30 cm.) del total de la altura de la pastura. La figura N°1 muestra la altura removida expresada como % de la altura presente antes del pastoreo (Chilibróste, 1999).

Figura N°1: Porcentaje de la pastura removida respecto a la altura de la pastura antes del pastoreo.



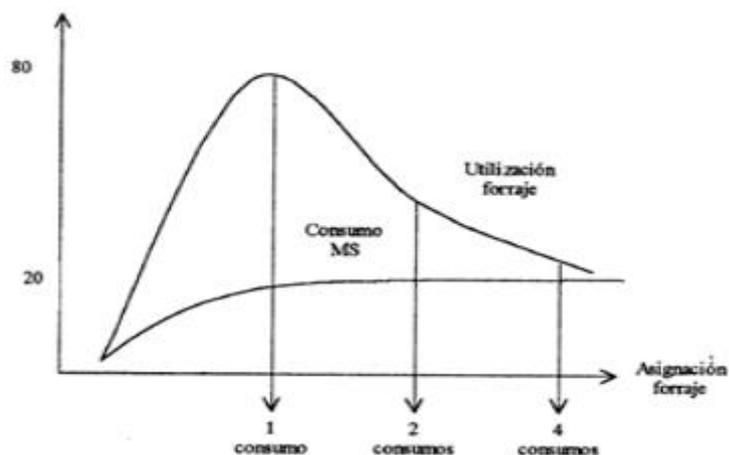
Fuente: tomado de Chilibróste (1999).

Cuando la sesión de pastoreo del animal transcurre durante el día se altera las características de la pastura, el horizonte inicial desaparece y como consecuencia aparecen nuevos horizontes con estructuras diferentes (menor altura o profundidad, con material menos digestible, mayor proporción de tallos y material muerto) afectando el peso y tasa de bocado, y en consecuencia la tasa de consumo (Chilibróste, 2002).

2.2.3. Asignación de forraje

La cantidad de forraje por vaca y por día, calculada como el producto de la biomasa por hectárea y de la superficie asignada por animal constituye un indicador que sintetiza de manera más apropiada la disponibilidad de forraje (Delagarde y O'Donovan, 2005). En concordancia a lo anterior Mena et al. (2007) reportan que al aumentar la asignación de forraje, hay mayor cantidad de forraje residual en la pastura (post-pastoreo), particularmente tallo y material senescente. Como consecuencia al aumentar la asignación de forraje se incrementa la cantidad de material senescente y en descomposición obteniéndose de ese modo un forraje de menor calidad.

Figura N°2: Consumo y utilización del forraje según asignación de pastura.



Fuente: tomado de Leaver (1976).

Como se observa en la figura N°2, a medida que disminuye la asignación de forraje, la proporción de este que es utilizado aumenta y el consumo declina lentamente hasta llegar al punto de máxima utilización, a partir del cual el consumo y la utilización se ven afectados abruptamente (Leaver, 1976). La asignación incrementa asociada a incrementos de consumo (a menor tasa) y utilización, hasta un punto de inflexión.

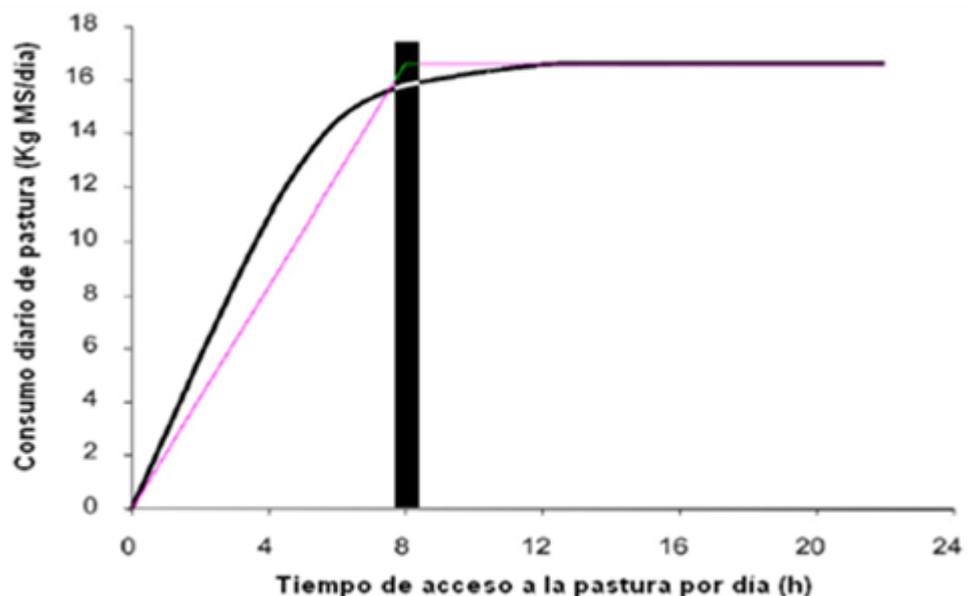
2.2.4 Tiempo de acceso

Los bovinos presentan dos momentos de pastoreo principales: uno en la mañana y otro de mayor magnitud en la tarde (Gibb et al., 1997). Dicho patrón de pastoreo puede responder al ayuno obligado debido al ordeño en el caso del ganado lechero (Rook et al., 1994a), o debido a cambios en la concentración de carbohidratos

solubles en la pastura (Van Vuuren et al., 1986) o contenido de MS a lo largo del día (Gibb et al., 1997). Así mismo Kennedy et al. (2011) mencionan que animales que reciben suplemento y se les restringe el pastoreo en dos secciones de 3 horas cada una, dedican una menor proporción (79%) del tiempo de pastoreo, comparados con animales con la misma restricción pero que no son suplementados, los cuales alcanzan valores de 98% de tiempo dedicado a pastorear. Otros autores reportan que animales que presentan alta producción en sistemas mixtos (pastura y encierro), con restricciones antes de la sesión de pastoreo, ya sea con altas disponibilidades y alta calidad de forraje logran mantener una producción de leche alta, además de altas tasas de consumo y un alto tiempo relativo de pastoreo (Kristensen et al., 2007).

Existen dos modelos de cómo el tiempo de acceso diario a la pastura interactúa con el consumo de materia seca diaria. Tal como se representa en la figura N°3, un modelo lineal (línea punteada), y otro exponencial (línea entera) propuesto por (Delagarde y O'Donovan, 2005).

Figura N°3: Consumo de MS en función del tiempo de acceso a la pastura.



Fuente: tomado de Gonnet (2007).

A partir de la figura N°3 se puede concluir que en ambos modelos predicen que 8 horas de pastoreo son suficientes para lograr buenos niveles de consumo por parte del animal. Además, hay que tener presente que en términos generales la vaca no usa más de 8 horas para pastorear, ya que tiene otras actividades importantes como lo es rumia, descanso etc. El nivel alcanzado de consumo dependerá de la composición y

estructura de las pasturas, ambos factores favorecen el consumo de ateria seca o permiten alcanzar esos valores de CMS.

Chilibroste et al. (2015), en una investigación con vacas lecheras a las que se les dio acceso a pastos durante 6 a 8 h entre los ordeños de la mañana y la tarde y suplementadas con concentrado y ensilaje, ha mostrado un patrón sistemático de pastoreo. Inicialmente, todas las vacas pastaron durante ~100 min, seguido de un período de rumia y ociosidad. Los tiempos de acceso inferiores a 10 h corresponden a un único acceso a un potrero, normalmente entre dos ordeños consecutivos. Existe alta correlación entre el tiempo de acceso y el tiempo de pastoreo, considerando que los datos provienen de experimentos que utilizan diferentes niveles de forraje, tipos y niveles de suplementación y vacas en diferentes etapas de lactancia. Las vacas exhiben una disminución exponencial en términos de su asignación de tiempo para las actividades de pastoreo cuando aumenta el tiempo de acceso. Los datos muestran que 4-6 h en los potreros pueden permitir una sesión de pastoreo muy eficiente, mientras que las estadías más prolongadas reducen la eficiencia con la que las vacas utilizan su asignación de tiempo en el pasto para el pastoreo.

2.3. PASTOREO Y MÉTODOS DE PASTOREO

Se define pastar como el acto del herbívoro que busca, selecciona y cosecha su comida. Por lo tanto, los métodos de pastoreo se refieren a métodos de conducción de pastoreo por el hombre (Carvalho et al., 2009). Durante el pastoreo los animales dividen las actividades en pastorear, rumiar y descansar determinando de esa forma un total de 7 a 12 horas por día considerando el tiempo de búsqueda. Hay dos momentos de pastoreo a destacar, el primero a la salida del sol dónde pastorean entre 3 a 5 horas, y el segundo al atardecer que dura en torno a 3 horas. También pastorean cerca del mediodía y durante la noche, pero son sesiones más cortas e irregulares (Lyons y Machen, 2000).

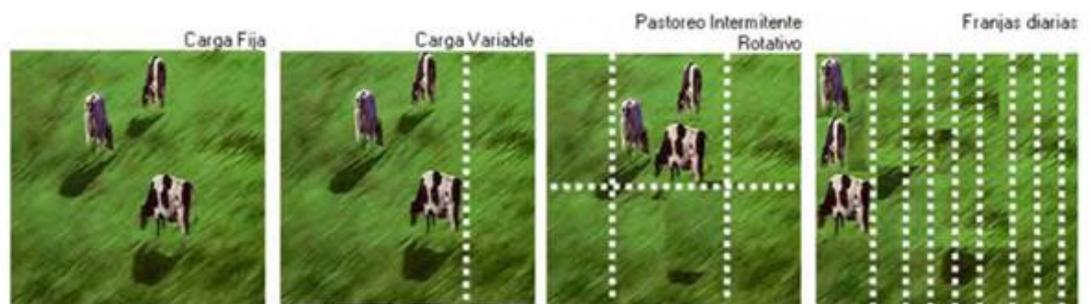
El patrón jerárquico de conducta mencionado en el párrafo anterior está basado en sus necesidades fisiológicas. Fundamentalmente priorizar la búsqueda de agua y sombra, luego pastorear, rumia, evasión de predadores y por último descanso. Las zonas cercanas al agua y sombra, son defoliadas más intensamente que el resto (Stuth, 1991). Durante el proceso se alternan períodos de pastoreo que presentan diferente intensidad y longitud, con períodos de descanso y rumia (Dougherty et al., 1989).

El pastoreo es, al mismo tiempo, causa y consecuencia de la estructura de un ambiente pastoril. Esto representa un ciclo continuo de relación causa-efecto dado que, como ya se mencionó antes, la estructura de los pastos es consecuencia del propio pastoreo (Carvalho et al., 2016). Cabe destacar que el retiro de los animales para el ordeño ejerce influencia sobre el patrón natural de comportamiento ingestivo, concentrándose las dos sesiones principales de pastoreo a la salida de los ordeños (Chilibroste, 2002). Este mismo autor, reporta que la duración de la primera sesión de pastoreo y el consumo de materia seca posterior al ordeño de la mañana fueron afectados por el tiempo de ayuno previo del animal (Chilibroste, 1998).

2.3.1. Métodos de pastoreo y su influencia en la producción de leche

El sistema de pastoreo cuenta con herramientas específicas para balancear la conflictiva relación entre la captura de energía solar, la cosecha de pasto y la conversión de nutrientes aportados por el mismo, dichas herramientas se denominan métodos de pastoreo. En general, estos métodos son diseñados principalmente, para aumentar la producción animal en un tiempo determinado, mediante la mejora y/o estabilización de la cantidad (eficiencia de captura de la energía) y/o el valor alimenticio (eficiencia de conversión) del pasto producido y/o consumido (eficiencia de pastoreo) (Gregorini et al., 2007). En un sistema de pastoreo rotativo, controlando la frecuencia de corte de las pasturas, la asignación diaria es reflejo de la cobertura total de pasto disponible para un rodeo dado. Los métodos mediante los cuales el productor puede variar su nivel son: alterando el tiempo de permanencia en una misma parcela o alterando la superficie pastoreada diariamente (Delagarde y O'Donovan, 2005).

Figura N°4: Métodos de pastoreo



Fuente: tomado de Gregorini et al. (2007).

Como se puede observar en la Figura N° 4 básicamente, se diferencian dos métodos de pastoreo: continuo y rotativo, que, a la vez, pueden ser subdivididos de acuerdo al tiempo de permanencia de los animales en la parcela. Este primer caso (pastoreo continuo), un número fijo de animales permanece en un área especificada por un prolongado período de tiempo; existiendo dos variables, “carga fija” y “carga variable” (Gregorini et al., 2007).

En cuanto al pastoreo continuo Holechek (1983) hace referencia al método de pastoreo donde los animales permanecen en un área definida durante semanas, meses o años. Lo anterior no significa que cada macollo, estolón o planta que compone la pradera sea defoliado en forma continua. Al respecto, diferentes estudios han determinado que el intervalo entre defoliaciones en un pastoreo continuo puede variar desde 5 días hasta 4 semanas, dependiendo de la carga animal. Generalmente se considera manejo extensivo, ya que hay poco o ningún control sobre la selección de la dieta animal. Puede tener carga fija o variable según la producción de forraje. En

situaciones puntuales se debe estimar una carga animal en base a la producción de la pradera y al consumo de forraje de los animales. Por lo tanto, el objetivo del pastoreo continuo es mantener una carga animal que permita equiparar el consumo de forraje con el crecimiento de la pradera.

Por otro lado, Allen et al. (2011) mencionan que el pastoreo rotativo o intermitente se define como un sistema en el que los animales se mueven sistemáticamente a diferentes subunidades de un potrero (por ejemplo, franjas, celdas o potreros) a intervalos de tiempo fijo o variable según la estrategia de manejo y de características como número de animales, de su capacidad de consumo en pastoreo y de la disponibilidad de forraje de la pradera. La intervención en la selección de dietas y la intensidad del pastoreo se hace de forma indirecta, manipulando la densidad animal y el tiempo de permanencia en la zona. Con esto, es posible incrementar la probabilidad de que el animal defolice la misma área varias veces, cambiando la preferencia por plantas o partes de las plantas, a medida que se van agotando los recursos forrajeros de esa área (Carvalho et al., 2019).

A pesar de los diferentes métodos de pastoreo que definen los distintos objetivos en sus preceptos, terminan pareciéndose al converger en la manipulación de la asignación de dos componentes de interferencia en el pastoreo: tiempo y espacio. Lo diferente de los tipos no son más que combinaciones desplegadas de estas dos. Por lo tanto, el número de divisiones y la frecuencia de retorno a la parcela son las principales características que diferencian los métodos (Di Virgilio et al., 2019). El método de pastoreo en sí mismo tiene poco efecto directo sobre el proceso de captura de forraje. Todo se reduce a una relación directa entre la estructura de la pastura y el tamaño del bocado. Wade y Carvalho (2000) argumentan que la defoliación a nivel de macollos individuales es una función directa de las densidades de animales utilizados, independientemente de los métodos de pastoreo.

En un experimento, Pulido y Leaver (2003) demostraron que no hubo diferencias significativas entre los sistemas de pastoreo continuo y rotativo en la producción media de leche, la persistencia de la producción de leche, la producción de constituyentes de la leche, su composición, el peso vivo, el cambio de peso vivo o la puntuación de la condición corporal. Además de que no se registraron interacciones significativas entre el sistema de pastoreo y la producción inicial de leche de las vacas, lo que indica que las vacas de mayor rendimiento no se desempeñaron mejor bajo manejo de pastoreo rotativo que bajo manejo de pastoreo continuo. Los resultados coinciden con estudios realizados anteriormente (McMeekan, 1961, Ernst et al., 1980, Arriaga y Holmes, 1986), que no muestran un efecto significativo del sistema de pastoreo sobre el rendimiento.

A veces se recomienda en sistemas intensivos, pastoreo rotativo en múltiples potreros para aumentar la productividad del ganado, la rentabilidad y las condiciones del suelo (McCosker, 2000). Esto está en desacuerdo con la evidencia de los experimentos de pastoreo (O'Reagain y Turner, 1992, Briske et al., 2008) que muestran poca o ninguna ventaja del pastoreo rotativo en múltiples potreros sobre el pastoreo continuo. Ya que estos autores hacen referencia a que el método de pastoreo continuo

y rotativo difieren poco en términos de los efectos sobre la condición del campo y la productividad animal.

En un estudio realizado por Abrahamse et al. (2008) los autores encontraron que el aumento de la frecuencia de asignación de forraje de una vez cada 4 días a una vez al día mejoró la producción de leche en vacas lecheras en pastoreo, exclusivamente en situaciones cuando la cantidad de forraje ofrecido fue alta. Esto fue principalmente el resultado de un cambio en el pH ruminal que desencadenó diferencias en absorción de ácidos grasos en el rumen. En ese experimento el consumo de forraje de alta calidad fue alto (~16 kg/vaca/día).

A pesar de que existe evidencia experimental que indica que el pastoreo rotativo es una estrategia de pastoreo viable en situaciones de pastizales donde la oferta es alta, la afirmación de que es superior al pastoreo continuo no está respaldada por la gran mayoría de las investigaciones experimentales. No hay evidencia consistente o abrumadora que demuestre que el pastoreo rotativo simule procesos ecológicos para mejorar la producción de plantas y animales en comparación con el pastoreo continuo en los pastizales (Briske et al., 2008). A nivel práctico, los sistemas de pastoreo continuo y rotativo, ofrecen diferentes maneras de monitorear el estado de la pastura y así de controlar el suministro de alimentos. Ello también ofrece oportunidades bastante diferentes para manejar estacionalmente el suministro de alimento desde la pastura (Parsons y Chapman, 2000). Biológicamente, el rendimiento de ambos sistemas es similar cuando se compara en el mismo período de tiempo el área foliar promedio (Parsons y Chapman, 2000).

En lo que respecta al consumo de los animales, en el trabajo de Pulido y Leaver (2003) de dos meses de duración compara ambos métodos de pastoreo sobre una pastura de raigrás perenne. Los autores reportan mayor consumo en pastoreo continuo que en pastoreo rotativo (16,9 versus 15,7 kg MS/vaca/día) debido a un mayor tiempo de pastoreo y a una tasa de consumo similar. Por lo tanto, no encontraron evidencias para mantener la hipótesis de que los sistemas de pastoreo rotacional logran niveles más altos de producción de leche que los pastoreos continuos en vacas de alta producción. Los mismos autores sugieren que el menor consumo en pastoreo rotativo puede deberse a que los animales dejan de pastorear antes, ya que prevén que tendrán una nueva franja. Del mismo modo Arriaga y Holmes (1986) quienes, con vacas ordeñadas tres veces al día y con un rendimiento superior a 30 kg/día no mostraron diferencias en la producción de leche entre los dos sistemas (pastoreo continuo y rotacional).

2.3.2. Composición de la leche y factores que la afectan

De los principales componentes de la leche (lactosa, grasa, proteína y minerales) la grasa butirosa es la más sencilla de "manipular". La lactosa no sufre prácticamente cambios y la proteína, al igual que los minerales son los que presentan un margen escaso de modificación, principalmente cuando se está trabajando con niveles relativamente buenos de alimentación (Gallardo et al., 1996). Cabe destacar

que dichos componentes no se ven afectados por los diferentes métodos de pastoreo. (Rearte,1992).

Los componentes de la leche, fundamentalmente la grasa puede ser modificado por la nutrición y la genética, expresado a través de la elección de la raza. Esto se debe a que para su síntesis los precursores provienen de fuentes dietéticas y de reservas corporales (Rearte,1992).

La dieta del animal nos permite hacer rápidos cambios fundamentalmente en los contenidos de grasa y en menor medida en proteína y lactosa. Cabe destacar que la relación entre los componentes del alimento y la composición de la leche es compleja. Los factores de mayor importancia en la dieta que explican lo mencionado anteriormente son la cantidad de fibra, relación forraje concentrado, composición y sitio de digestión de los hidratos de carbono de los concentrados, mientras que la frecuencia y la ingesta de comida pueden ser relevantes en el manejo de la alimentación (Sutton, 1988).

La genética nos permite obtener diferencias importantes principalmente en el componente grasa, cuando las diferentes razas expresan su genética, pudiendo oscilar dichos valores entre 3 y 5%. Esto se debe a que la misma está compuesta en un 98% de triacilglicéridos, que son sintetizados en la glándula mamaria a partir de una molécula de glicerol y tres ácidos grasos. Siendo este el componente de mayor variación en concentración en la leche (Bauman y Griinari, 2003).

Otro componente importante es la proteína, la genética es el factor principal, que define el potencial genético determinado, existiendo otros factores responsables de las variaciones de la proteína bruta.

Rearte (1992) menciona que existen variaciones estacionales en la composición de la leche respecto a los factores ambientales, donde en los meses de verano se caracterizan por promediar 0,4% menos de grasa que los meses de invierno. En relación al porcentaje de proteína, este es mayor durante el otoño e invierno respecto a la primavera y verano. Ya que la alimentación tiene gran influencia en la composición de la leche pueden existir diversas situaciones a lo largo del año en un sistema de base pastoril. A modo de ejemplo se destacan las siguientes:

- Las estaciones de otoño - invierno están asociadas a una elevada concentración de grasa y baja a media concentración de proteína asociado a situaciones de escasa suplementación relacionado a un bajo nivel de producción y dietas basadas en forraje de baja calidad (con altas proporciones en fibra de lenta tasa de digestión e insuficiente aporte de proteínas y concentrado energético) (Gallardo, 2006).
- La primavera temprana en cambio, está asociada a bajas concentraciones de grasa como también de proteína, explicado por un cambio brusco de la alimentación invernal. Sucede en los lotes alimentados básicamente con rebrotes de pasturas muy tiernos ricos en proteínas muy degradable y con déficit de fibra efectiva (necesaria para la síntesis de grasa ya que es indispensable para una adecuada actividad de rumia y salud ruminal). Pero además el estrés calórico del verano y la subalimentación energética de tipo

crónica que puede ocurrir en cualquier época del año, son también causas de este problema (Gallardo, 2006).

2.4. CONSUMO Y CALIDAD DE LA DIETA

Varios factores afectan el consumo del animal, pero muchos trabajos coinciden en que el forraje disponible es la causa más relevante. Bargo et al. (2002a) en un trabajo con vacas lecheras que no recibían suplemento obtuvieron que cuando la oferta fue de 25 kg/MS/vaca el consumo fue de 17,7 kg MS, pero cuando la oferta aumentaba a 40 kg/MS/vaca, el consumo era de 20,5 kg/MS, con estos resultados se aprecia que el aumento en la suplementación disminuiría el consumo de MS de pastura, siendo la disminución de 2 Kg MS/día en una asignación de 25 Kg MS/día y de 4,4 Kg de MS/día en una situación asignación de 40 Kg MS/vaca/día. En un trabajo de Álvarez et al. (2007), se encontró concordancia con lo anterior, afirmando que altas asignaciones de forraje, permiten alcanzar superiores niveles de consumo y producción individual. En cambio, el bajo consumo de materia seca ha sido el mayor factor limitante en la producción de leche en vacas de alta producción alimentadas en sistemas pastoriles (Leaver, 1985).

La regulación del consumo puede ser explicado por una combinación de señales físicas y metabólicas, no se puede adjudicar a un solo factor sino a múltiples factores que son independientes de la interacción existente entre ellos (Chilibroste, 1998). De esa manera Silbermann (2003) plantea que el consumo en el largo plazo está controlado por el balance energético del animal. En cambio, el consumo en el corto plazo parece estar regulado por una cantidad de factores como estructura de la pastura, efecto del forraje ingerido, factores sociales y ambientales, afectando la tasa de ingestión y la sensación de hambre / saciedad que experimenta el animal.

2.4.1. Comportamiento ingestivo bajo pastoreo

Los procesos de ingestión y digestión se han estudiado en forma aislada, pero estos ocurren conjuntamente y con un alto grado de interdependencia. Años anteriores existía la interrogante de si los cambios observados en el comportamiento ingestivo y la tasa de consumo de los animales influyen o no en la tasa de digestión posterior. Como proceso clave, se identifica la masticación del material ingerido ubicándose entre la ingestión y digestión. La masticación se encarga de reducir el tamaño de partícula de alimento ingerido, proceso que permite el comienzo de la digestión microbiana del material en el rumen (Chilibroste, 1998).

Waldo (1986) estableció que la productividad de un animal dada una determinada dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en una proporción inferior la eficiencia que logra digerir y metabolizar todos los nutrientes consumidos. El consumo de materia seca es fundamental, ya que establece la cantidad de nutrientes que tendrá el animal para permanecer saludable y producir correctamente (NRC, 2001). Actualmente la altura del forraje disponible se

considera como la variable de la pastura más directamente asociada al tamaño de bocado y a la tasa de consumo instantáneo. Se han reportado relaciones lineales entre tamaño de bocado y altura de la pastura para un amplio rango de situaciones productivas (Hodgson, 1985, Forbes, 1988, Demment et al., 1995).

Si no hay vías para lograr incrementar la tasa de consumo instantáneo, ya sea por el peso de bocado y/o por la tasa de bocado, la compensación que hace el animal es aumentar el tiempo de pastoreo y de esta forma se mantiene el nivel de consumo diario (Chilibroste, 1999). El peso de bocado es el resultado del volumen de forraje que cosecha el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. Como resultado el volumen de un bocado individual es función de la profundidad de pastoreo y del área que el animal es capaz de cubrir con la lengua (Chilibroste, 1998). Galli et al. (1996) mencionan que el peso de bocado es la variable de mayor relevancia y explica el mayor porcentaje en la variación en el consumo diario de forraje, mientras que la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo son secundarias. Para poder explicar las variaciones en el peso de bocado se deben conocer las dimensiones del bocado individual como: el área, que es la superficie horizontal que abarca el bocado, la profundidad, que es la diferencia entre la altura superficial de la pastura previa al pastoreo y la altura remanente del forraje después de un bocado. Así mismo, Spalinger y Hobbs (1992) resaltan que el peso de bocado es el único componente del proceso de pastoreo que directamente se convierte en biomasa vegetal recolectada. La tasa de bocado y el tiempo de pastoreo están relacionados principalmente con la escala de tiempo del proceso de pastoreo. La tasa de bocado tiene relación con la tasa de consumo por medio del tiempo necesario que tarda el animal en ingerir un bocado. La tasa de bocado presenta un límite dado por la morfología del animal debido a que puede mover sus mandíbulas a una velocidad máxima. Por lo cual, por debajo de un cierto nivel máximo, la tasa está determinada por la interacción entre la masticación del animal y la estructura de la pastura. En cambio, la misma tiende a bajar con el aumento de la altura o biomasa a medida que aumenta el peso de bocado. También, al aumentar el peso de bocado, los movimientos mandibulares aumentan de forma directa. Como resultado, la tasa de bocado es una respuesta directa a variaciones en la pastura, más que a un intento del animal por compensar una variación en el peso de bocado (Galli et al., 1996).

El tiempo de pastoreo diario se puede obtener mediante la suma de los largos de las diferentes sesiones que el animal realiza durante el día (Gill y Romney, 1994). Es el mecanismo por el cual se logra compensar las inferiores tasas de consumo causadas por factores como menor altura, estructura, densidad y contenido de materia seca de la pastura. A su vez, se verá afectado por diferentes actividades como cosecha, búsqueda, masticación e ingestión del forraje (Laca y Demment, 1996). La respuesta de los animales frente a una pastura con menor oferta de materia seca es incrementar el tiempo de pastoreo y el número de bocados por minuto, disminuyendo el peso de estos y el consumo (Hodgson, 1990, Cangiano, 1996 citados por Palhano et al., 2007).

2.5. AMBIENTE

Las condiciones climáticas afectan tanto las pasturas como el comportamiento animal. En este sentido el ambiente térmico tiene una fuerte influencia en el desarrollo de los animales y está determinado principalmente por la temperatura, que es afectada por el viento, precipitaciones, humedad y radiación (NRC, 1981).

Por lo tanto, las condiciones bajo las cuales se encuentran los herbívoros en pastoreo, tienen una gran influencia en el consumo de forraje. Cada especie de herbívoro tiene su propia zona de confort, con niveles de temperatura máximos y mínimos. Tal zona se conoce como zona termoneutral (ZTN) y mientras la temperatura se mantiene dentro de este rango, el consumo no se ve afectado. A medida que la temperatura del día y la humedad relativa aumentan, los animales pastorean más tiempo durante la noche y cuando la temperatura excede los límites máximos de la ZTN, se reduce el consumo. La magnitud de dicha reducción es influenciada por el enfriamiento durante la noche (Lyons et al., 2001).

Uruguay posee un clima templado con probabilidad de estrés calórico en los animales en pastoreo durante el verano de acuerdo con el Índice de Temperatura y Humedad Relativa (ITH), en la Tabla N°1 se muestra los valores del mismo. Por lo que, el acceder a sombra y agua durante las horas de mayor temperatura mejora el balance térmico de los animales, reduce los requerimientos de mantenimiento, por lo tanto, incrementa la ganancia de peso animal (Du Preez et al., 1990).

Tabla N° 1: Categorías que determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras en lactación según el Livestock Weather Safety Index (LWSI).

Valor de ITH	Grado de stress
70 o <	No hay stress
70 a 72	Alerta-próximo al límite critico de producción de leche
72 a 78	Alerta-por encima del límite critico
78 a 82	Peligro
> a 82	Emergencia

Fuente: elaborado con base en Du Preez et al. (1990).

Giraudó (2003) menciona que la disminución de las horas de pastoreo durante el verano está relacionada estrechamente a la temperatura (estrés calórico). Cuando la temperatura máxima sobrepasa los 27°C, el ambiente se torna un factor estresante para los animales, determinando la búsqueda de sombra y agua, y un mayor gasto de energía para compensar el calor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL

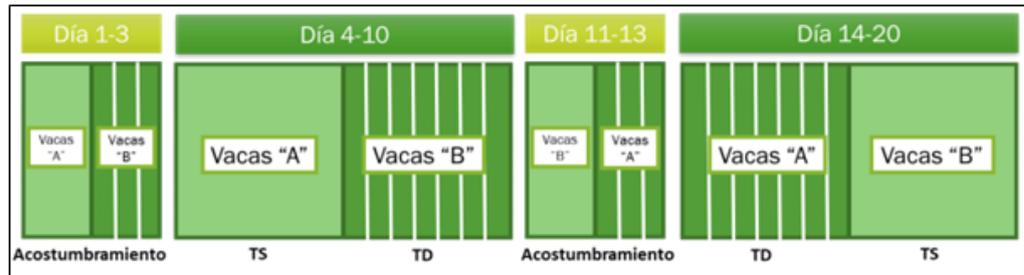
El experimento se llevó a cabo en la estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC) de la Facultad de Agronomía - Universidad de la República Uruguay, ubicada en la ruta 3 km 363,5, Departamento de Paysandú, Uruguay. La EEMAC se encuentra sobre la Unidad de suelos San Manuel, Formación Fray Bentos, siendo los suelos dominantes Brunosoles Éútricos Típicos y Solonetz Melánicos según Carta de Reconocimientos de Suelos del Uruguay 1:1.000.000. El periodo experimental se llevó a cabo durante 3 periodos del año, del 23 de mayo al 11 de junio (experimento 1), del 8 de octubre al 25 de octubre (experimento 2), del 18 de noviembre al 7 de diciembre (experimento 3) del 2019.

3.2. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluaron dos tratamientos, franja semanal (1 parcela de 7 días) y franja diaria (7 parcelas de 1 día de ocupación) según la Figura N°5. Con un diseño experimental cuadrado latino 2x2, con 3 días de acostumbramiento y 7 días de recolección de datos durante 3 ciclos de pastoreo (experimentos). Para el experimento 1 se utilizó como pastura una pradera de tercer año compuesta por *festuca arundina ceaylotus corniculatus* ubicada en potrero 23. Para el experimento 2 y 3 las vacas pastorearon una pradera mezcla de festuca, lotus y *trifoliumrepens* de primer año ubicada en el potrero 22. Ambos potreros conforman parte del sistema de producción de leche de la EEMAC.

Siguiendo el diseño en cuadrado latino, en cada experimento se tomaba un grupo de 5 vacas (grupo A) y se las evaluaba en el tratamiento semanal (TS) y a las restantes 5 vacas (grupo B) se las evaluaba en el tratamiento diario (TD) durante 7 días. Al concluir la primera semana de recolección de datos se intercambiaron los grupos de animales con los tratamientos, en la segunda semana el grupo A pasó a ser evaluado en el tratamiento diario y el grupo B en el tratamiento semanal con el fin de eliminar el efecto animal.

Figura N°5: Esquema de un período de evaluación



En cada experimento se utilizaron 10 vacas de raza Holando (5 vacas por tratamiento), a las cuales se les tomó y registró las mediciones de forma independiente durante todo el periodo de evaluación. Los animales se seleccionaron del rodeo lechero de la EEMAC y los criterios empleados para su selección y distribución en los tratamientos fueron: producción de leche (lts), número de lactancias (NL), días de lactancia (DL) y peso vivo (PV) al inicio de cada periodo de evaluación.

3.3. MANEJO DE LOS ANIMALES

Durante el experimento 1, los animales accedieron durante un único turno a la pastura, siendo este desde las 8:00 am a las 2:00 pm con una oferta de forraje de 20 Kg MS/vaca/día. Posterior al ordeño de la tarde ambos grupos recibieron una suplementación de 10 Kg MS/vaca/día de una ración totalmente mezclada compuesta de ensilaje de raigrás, ensilaje de maíz planta entera y concentrado en comedero ubicado en un encierro a cielo abierto con acceso a agua.

Para el experimento 2 y 3 los animales tuvieron acceso a la pastura en dos turnos, el primer turno de 8:00 am a 2:00 pm y el segundo desde 5:00 pm a 5:00 am. Con una asignación de forraje de 50 kg MS/vaca/día sin suplementación.

En todos los periodos los animales fueron ordeñados dos veces por día, primer ordeño a las 5:00 am y segundo a las 2:00 pm. También se les proporcionaba agua en la parcela.

3.3.1. Determinaciones en la pastura previo a la entrada de los animales

Con el objetivo de determinar el estado fenológico y altura promedio de las praderas, se definió una trayectoria en zig-zag, dónde se tomaron las medidas de altura de regla, plato y estado fenológico de las plantas. En dicha trayectoria se tomó cada 1m, la altura de plato y a cada 4m la altura de regla, además del número de hojas totalmente desarrolladas (estado fenológico). Se obtuvo aproximadamente entre 200 y 30 puntos por parcela para tratamiento semanal y diario respectivamente.

Se realizó además una descripción visual de la pastura, determinado área cubierta por gramínea y leguminosa, como también relación verde/seco, y porcentaje de suelo desnudo o malezas. La descripción se realizó utilizando un cuadro dejándolo caer al azar en el suelo, de este modo se medían estas variables en porcentaje de cada una, la totalidad del área dentro del cuadro sería el 100%. Se tomaron datos de entrada (previo al ingreso de animales a la pastura) y se recabaron 28 puntos en la parcela semanal y 4 puntos por cada parcela diaria. En el experimento 1, la pastura que se utilizó estaba compuesta principalmente por gramíneas en un 67 % y en una menor proporción se encontraba la fracción leguminosa 21%. La fracción otros (especies espontáneas y malezas) presentaron un valor de 12%. Por último, el valor de cobertura verde es de 59 %.

En el experimento 2 la fracción dominante fue la leguminosa compuesta por Lotus y Trébol Blanco con valores de 67 %, en cambio la fracción gramínea conformada por festuca solo obtuvo valores de 29%. La fracción “Otros” fue de 4% y un 67% de cobertura verde.

En el experimento 3 también fue dominante la fracción leguminosa con valores de 70 %, la festuca por su parte obtuvo valores de 27%. La fracción otros fueron de 3%, esta fracción presentó valores poco relevantes lo que no perjudicó en el pastoreo de los animales. Cobertura verde se obtuvo valores entorno al 74%.

En el primer experimento se marcaron 300 macollos de festuca en la parcela de ocupación semanal, envolviendo en la base del tallo un alambre flexible cubierto con una cinta roja y blanca, a modo de facilitar su encuentro e identificación. En los macollos identificados se midió altura de la última lámina en desarrollo extendida y altura de canopeo en la mata. Dichas mediciones se realizaron diariamente durante el periodo de ocupación de la parcela.

3.3.2 Determinaciones en el animal

Durante el experimento 1, se realizó el estudio del comportamiento animal mediante apreciación visual con observadores entrenados en los días 2, 5 y 7 del pastoreo durante el período diurno de acceso a la pastura 8:00 am – 2:00 pm, en el cual cada 5 minutos se registró la actividad (pastoreo, rumia y descanso) y la tasa de bocado (número de bocados en 1 minuto). En los 2 periodos restantes se emplearon collares monitor los cuales registraron el comportamiento animal detallando el tiempo que el mismo destina a pastoreo. Los animales fueron equipados con los collares moonitor antes del ingreso a las parcelas y se mantuvieron durante todo el ciclo de pastoreo. A través de los moonitor se obtenía la información de tiempo de pastoreo total, a partir de esos datos se lograba obtener las sesiones de pastoreo las cuales fueron marcadas teniendo en cuenta un periodo de tiempo entre ellas, dado a que el programa del monitor no las diferenciaba, se toma cada sesión independiente cuando ocurrían 15 minutos o más entre una y otra. Con los datos recabamos con apreciación visual también se tenía el tiempo total de pastoreo y de este modo se lograba dividir las sesiones que la vaca realizaba durante el día. También en los experimentos 1 y 3 se le colocó a cada

vaca un reloj polar, el mismo se le colocaba al ingreso de cada vaca al ordeño de la mañana y se le quitaba cuando regresaban al próximo ordeño, se cargaban los relojes durante la noche y al día siguiente se repetía lo mismo. El reloj polar permitía recolectar datos de la distancia total que caminaba la vaca, velocidad promedio.

3.4. CONSUMO APARENTE

Para la determinación de la disponibilidad de materia seca (MS) ha-1 se registró la altura de la pastura (cm), utilizando una regla graduada y plato (RPM - RisingPlate Meter® - Ashgrove Co., Palmerston North, New Zealand). La calibración del plato y de regla se realizó utilizando una adaptación de la técnica de doble muestreo de Haydock y Shaw (1975). Esta técnica considera 5 escalas de altura de plato, donde la escala 1 es lo más bajo y la 5 lo más alto que se pueda encontrar en la pastura. Se tomaron tres muestras al ras del suelo para cada escala, utilizando un cuadro de 35 x 35 cm (0.1223 m²) y se secaron en estufa con circulación forzada de aire a 60°C hasta peso constante.

Para la determinación de la materia seca se medía el peso del forraje antes y después del tiempo de secado. Estos se restaban (Kg secos-Kg frescos) y se obtenía porcentaje de materia seca por muestra. Una vez obtenido este valor, y conociendo el área del cuadrado de muestreo se llevaban estos valores a Kg MS/ha y se promediaban con las demás muestras para mayor exactitud de estimación de MS del campo.

Las alturas promedio de cada muestra eran graficadas con su respectivo peso seco, se agregaba línea de tendencia y se ajustaba al modelo para estos puntos. El método seleccionado fue el que presento mayor valor de correlación (R).

Una vez conocidos todos estos valores mencionados, y teniendo en cuenta la asignación de forraje a ofrecer eran definidos los potreros a pastorear para ambos experimentos. Cabe destacar que se le ofrecía el doble de lo que buscábamos que cosechara el animal, de esta forma contemplábamos pérdidas por pisoteo, heces, orina, entre otras cosas que llevaban a que el animal rechazara ese forraje.

Por último, el consumo aparente animal se estimó como la diferencia entre forraje de entrada y remanente de salida de la parcela, gracias a mediciones de la altura de regla y su correlación con la materia seca que se mencionó antes.

Cabe aclarar, que el método del plato fue utilizado únicamente en el experimento 1. En los restantes se utilizó regla graduada.

3.5. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La producción de leche individual se registró diariamente de forma automática durante todo el período experimental. En dos días por semana (días 2 y 7) se colectaron muestras de leche del ordeño matutino y vespertino para análisis del contenido de grasa, proteína cruda y lactosa.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados como un diseño cuadrado latino utilizando el procedimiento GLIMMIX del software SAS UniversityEdition. El efecto de cada semana experimental se consideró como efecto aleatorio para todas las variables analizadas. Las variables producción de leche y alturas de la pastura fueron analizadas considerando como efectos fijos el tratamiento, el día (1 al 7) y las interacciones entre ellos (solo para la producción). La composición de la leche, los datos de comportamiento y distancias recorridas se analizaron considerando como efecto fijo el tratamiento y el momento (inicio, medio o fin del periodo de ocupación y el día correspondiente en el tratamiento diario) y sus interacciones. Para todos los modelos, la normalidad de los residuos se verificó con base en histogramas, gráficos cuantil-cuantil y la prueba de Shapiro-Wilk, mientras que la homogeneidad de las varianzas se verificó con base en la independencia de los residuos analizando los gráficos de residuos versus valores predichos. Todas las variables presentaron distribución normal.

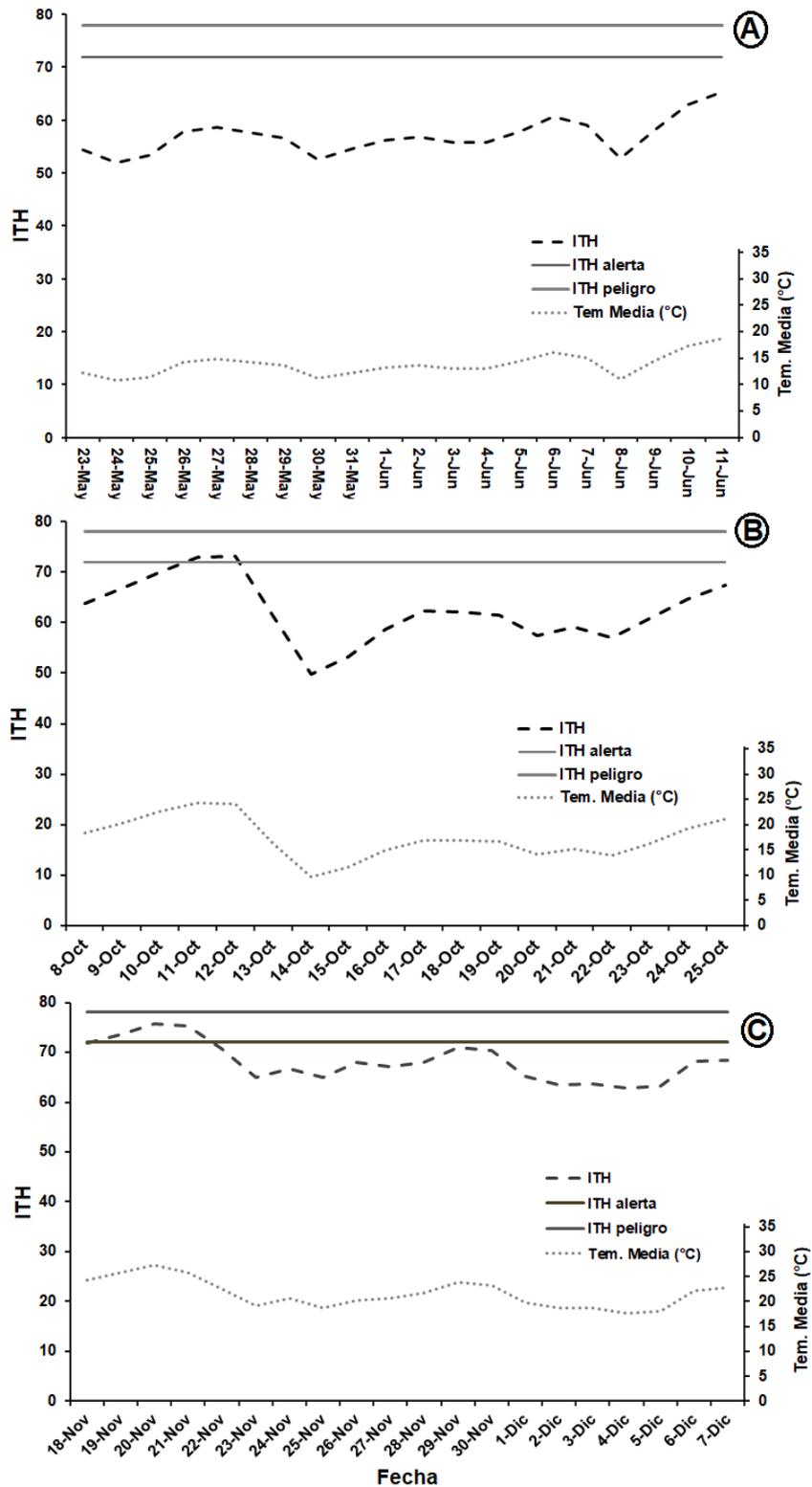
4. RESULTADOS

A continuación, se describe y analiza los resultados logrados en los experimentos. Es conocido el efecto del clima sobre el consumo de vacas lecheras por ello se comienza haciendo una breve reseña de la misma para tener presente como se comportó los parámetros ambientales al momento de desarrollarse los experimentos. Además de la alimentación recibida y características presentes en cada momento, y por último variables analizadas, las cuales fueron: producción de leche, composición de la leche y comportamiento en pastoreo.

4.1. CLIMA

En la figura N°6 se presentan valores de ITH (Índice de temperatura y humedad), así como también las variaciones en temperatura ocurridos en los 3 experimentos.

Figura N°6: Evolución del ITH y valores de temperatura media para el Experimento 1 (Figura 6A), Experimento 2 (Figura 6B), Experimento 3 (Figura 6C).



Como se observa en la figura N°6, las condiciones de ITH durante los tres experimentos, además de ser diferentes, no alcanzaron la zona de peligro, pero si los de alerta (Du Preez et al.,1990). Durante el experimento 2 y 3 ocurrieron días en que se superó el valor de ITH de alerta, precisamente el día que se superó este valor fue en el horario de 3:30 pm a 5:30 pm, donde se registraron los mayores niveles de temperatura y humedad. Pero datos más recientes indican que las vacas lecheras de alto rendimiento reducen la producción de leche en un ITH de aproximadamente 68. Siendo los umbrales hasta 67,9 indicando condiciones sin riesgo, de 68 hasta 71,9: alerta, de 72 a 78,9: peligro y 79 a valores mayores: emergencia (Zimelman et al., 2009). Si el umbral de ITH es aún menor, frente a temperaturas y humedad elevadas la vaca superaría las condiciones de riesgo más fácilmente, afectando la producción de leche.

Las mayores temperaturas se registraron en el experimento 3 alcanzando valores de 28°C (temperatura máxima promedio durante todo el experimento). Por otro lado, las mínimas temperaturas ocurrieron en el experimento 1 con 9°C (temperatura mínima promedio durante todo el experimento), acorde a las registradas en el promedio de los años para dichas fechas.

Figura N°7: Imagen de las parcelas luego de un día de lluvia, tratamiento semanal (izquierda), tratamiento diario (derecha) (Figura 7A). Zoom de la parcela diaria (Figura 7B).



Estas situaciones son esperables debido a las estaciones del año en que se desarrolló cada experimento. Con respecto a las precipitaciones el experimento 1, únicamente recibió 6 mm, el experimento 2 acumuló 104 mm y el experimento 3 un total de 51 mm. Por lo tanto, el experimento 2 fue el que tuvo más precipitaciones

superando en sus 20 días la media nacional mensual. Como se aprecia en la figura N°7 luego de un episodio de lluvia la parcela del tratamiento diario recibe un notable pisoteo y presencia de barro en cambio en la parcela semanal no sucede esto, la única diferencia en ambas es el área de cada una.

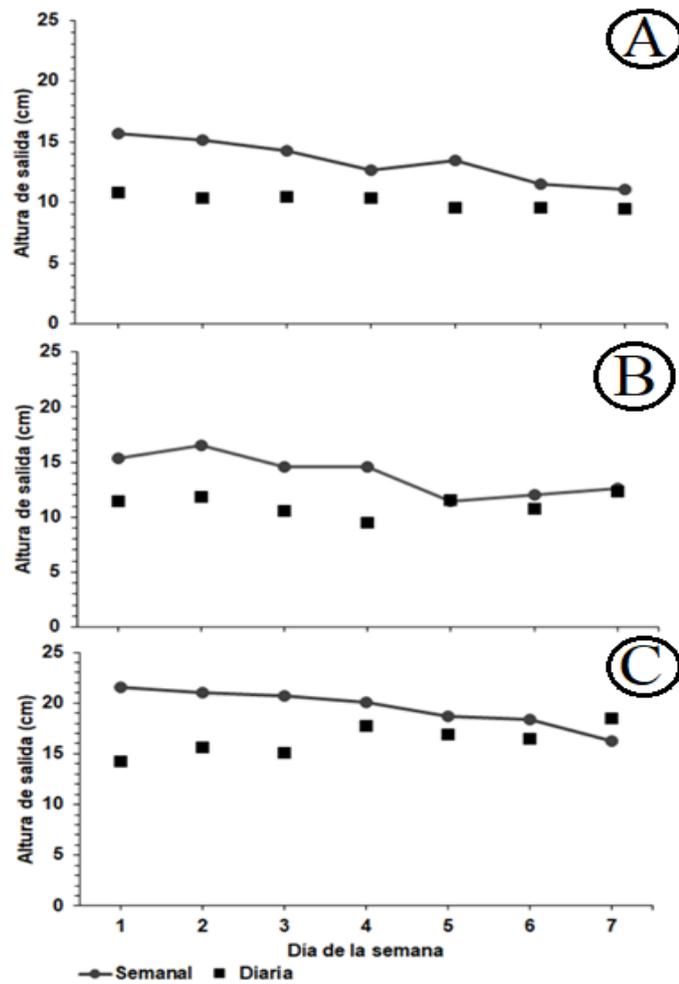
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

Se muestra a continuación las evaluaciones realizadas en la pastura con el fin de caracterizarla.

4.2.1 Altura

En los 3 experimentos no existió diferencias significativas ($P > 0,05$) para altura de entrada y salida de la parcela al comparar tratamiento diario con semanal. En el experimento 1 el promedio de altura de entrada fue de $16,3 \pm 1,04$ cm y de $10,6 \pm 0,23$ cm para salida. Para el segundo y tercer experimento estos valores de altura fueron mayores debido a la estación del año y por la mayor asignación de forraje, siendo $17,6 \pm 0,95$ cm y $28,1 \pm 0,89$ cm de entrada para experimento 2 y 3 respectivamente. Mientras que para salida fue de $11,9 \pm 0,83$ cm y $16,3 \pm 1,37$ cm en experimento 2 y 3 respectivamente. En la figura N°8 se puede apreciar la evolución de la altura según tratamiento para cada experimento.

Figura N°8: Evolución de la altura de salida para Experimento 1 (Figura 8A), Experimento 2 (Figura 8B), y Experimento 3 (Figura 8C), según los días de ocupación de la parcela en el tratamiento semanal y para cada parcela del tratamiento diario.



Existe una diferencia esperada en la altura de salida entre tratamientos a lo largo de la semana experimental, presentando el tratamiento semanal en todos los experimentos una pendiente negativa en el transcurso de la semana explicada por la permanencia del grupo de vacas en la misma parcela, a diferencia del tratamiento diario donde el grupo de vacas fue asignado a una nueva parcela todos los días ver figura N°8. La asignación de forraje diaria promedio fue igual para los 2 manejos (ver sección consumo aparente en materiales y métodos).

4.2.2. Consumo aparente de forraje

A continuación, se presenta la biomasa de entrada y salida (Kg Ms/ha) para cada experimento y para cada tratamiento, diario (TD) y semanal (TS) ver Tabla N°2. Obteniendo el consumo aparente (Kg MS/Vaca/Día). Además en la Tabla N°3 se describe la dieta recibida (TMR) de las vacas en el experimento 1.

Tabla N°2: Forraje disponible (kg MS/ha) en los momentos de entrada (forraje disponible pre pastoreo) y salida (forraje disponible luego del pastoreo) para cada tratamiento, en los tres experimentos y su consumo aparente.

Variables	Tratamientos	
	Diario	Semanal
Experimento 1		
Biomasa de entrada (kg MS/ha)	2999	3100
Biomasa de Salida (kg MS/ha)	1694	1813
Consumo aparente (Kg MS/Vaca/Día)	12	11
Experimento 2		
Biomasa de entrada (kg MS/ha)	2258	2191
Biomasa de Salida (kg MS/ha)	1250	1471
Consumo aparente (Kg MS/Vaca/Día)	28	21
Experimento 3		
Biomasa de entrada (kg MS/ha)	2852	2699
Biomasa de Salida (kg MS/ha)	1394	1323
Consumo aparente (Kg MS/Vaca/Día)	21	20

Tabla N°3: Descripción de la composición de TMR del experimento 1.

	Kg MS /Vaca/Día	Proporción Ingredientes (%)	Kg BF /Vaca/Día	Kg BF /Vaca/Día + Desperdicio
Ensilaje Maíz	2,5	25	7,7	8,8
Ensilaje Raigrás	2,2	22	8,6	10
Concentrado	5,3	53	6	6,9
Total	10	100	22,3	25,7

Los valores de consumo aparente (kg MS/Vaca/día) para cada tratamiento y en los 3 experimentos se representan en la Tabla N°2 que es el resultado de múltiples interacciones. Los factores responsables de dichas interacciones son en primer lugar el momento en que se utiliza la pastura, dado por las condiciones climáticas predisponentes, y en segundo lugar la pastura propiamente dicha que, como ya se mencionó antes, fueron utilizadas dos, la primera pastura únicamente se utilizó para el experimento 1, y la segunda pastura para el experimento 2 y 3. Cabe destacar que a pesar que fuese la misma en los últimos 2 experimentos, no presentaba las mismas características por ser utilizadas en momentos diferentes. Además, las vacas del experimento 1 recibieron una oferta de forraje de 20 Kg MS/Vaca/día y una suplementación de 10 Kg MS/vaca/día, (25,7 Kg BF/Vaca considerando un 15% de desperdicios) (Tabla N°3). En cambio, en el experimento 2 y 3 recibieron una asignación de forraje de 50 kg MS/vaca sin suplementación.

Los resultados presentados sobre la composición química de los alimentos ofrecidos (Tabla N°4) corresponden a una muestra extraída de la TMR en el experimento 1.

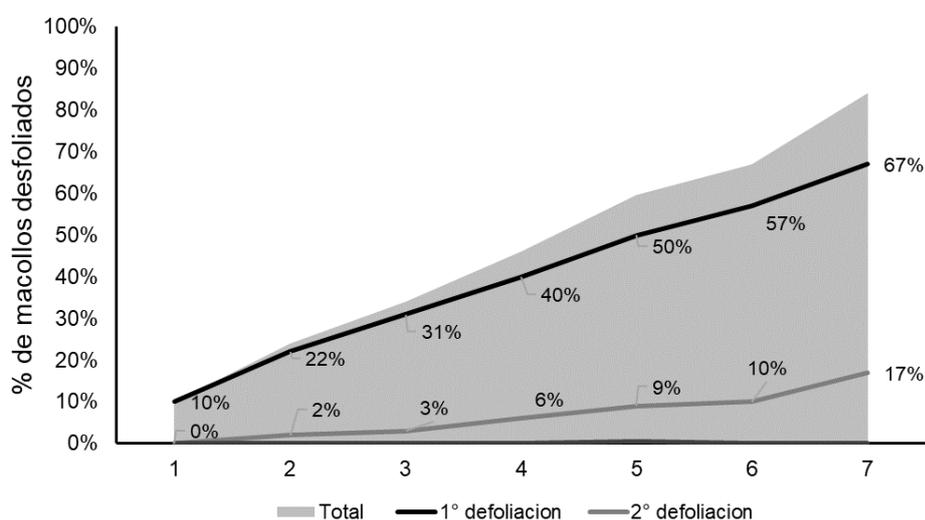
Tabla N°4: Composición química de la TMR del experimento 1.

Parámetro	TMR (%)
Materia Seca	56,5
Proteína cruda	14,5
Fibra detergente acida	11,0
Fibra detergente neutra	29,0

4.2.3. Defoliación de macollos

En la figura N°9 se encuentra la dinámica de defoliación de macollos observada en el experimento 1 para el tratamiento semanal durante los 7 días de ocupación de la parcela. En promedio las vacas exploraron diariamente (tomaron bocados) un 12% de los macollos marcados. La segunda defoliación del mismo macollo nunca superó el 3% por día, excepto en el último día en la parcela, que llegó al 7%. La cantidad de macollos visitados por tercera vez no llegó a sumar 1% y se dio recién al quinto día de ocupación de la parcela.

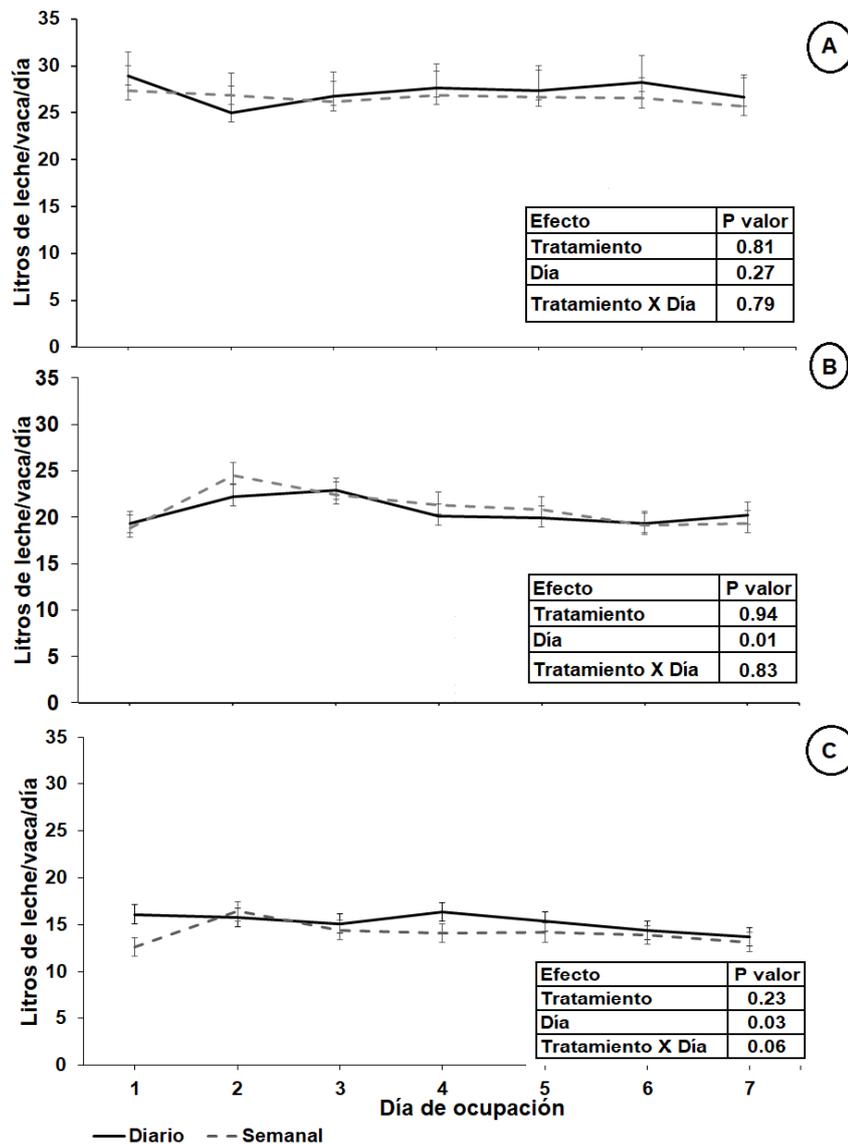
Figura N°9: Dinámica de defoliación de macollos en el tratamiento semanal durante el experimento 1.



4.3. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE

A continuación, se presentan gráficamente la evolución diaria de la producción de leche (lts/vaca/día) en los 3 experimentos para ambos tratamientos.

Figura N°10: Evolución de la producción de leche diaria para ambos tratamientos. Experimento 1 (Figura 10A), Experimento 2 (Figura 10B), Experimento 3 (Figura 10C).



En ninguno de los 3 experimentos existió diferencias significativas ($P > 0,05$) para producción de leche (lts/día). En el experimento 1, se obtuvieron producciones promedio de $27,0 \pm 2,38$ lts/día. El promedio de producción del segundo experimento fue $20,8 \pm 0,69$ L/día. Por último, en el experimento 3 los valores fueron $14,7 \pm 0,66$ lts/día. Si bien hay efecto significativo de día en el modelo general los contrastes no presentaron diferencia significativa.

En la Tabla N°5 se detallan los contenidos de grasa, proteína y lactosa para ambos tratamientos a lo largo de los 3 experimentos.

Tabla N°5: Contenido de grasa, proteína y lactosa para tratamiento diario (TD) y semanal (TS) para los 3 experimentos.

	Tratamientos			P valor		
	TD	TS	ESM	Tratamiento	Momento	Tratamiento× Momento
Experimento 1						
Proteína (%)	3,5	3,4	0,080	NS	0,09	NS
Grasa (%)	3,6	3,5	0,10	NS	0,08	NS
Lactosa (%)	4,8	4,9	0,070	0,07	0,10	NS
Experimento 2						
Proteína (%)	3,5	3,5	0,055	NS	NS	NS
Grasa (%)	3,9	3,9	0,062	NS	NS	NS
Lactosa (%)	4,7	4,8	0,057	NS	NS	NS
Experimento 3						
Proteína (%)	3,5	3,5	0,040	NS	0,03	NS
Grasa (%)	4,0	4,0	0,081	NS	NS	NS
Lactosa (%)	4,7	4,6	0,037	NS	NS	NS

No se encontraron diferencias en la composición de leche para los tratamientos en cada experimento, excepto para la lactosa en el experimento 1 (Tabla N°5). Es destacable que a pesar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre componentes en los 3 experimentos, existe una leve disminución del porcentaje de grasa en el tratamiento 1, donde hubo suplementación, debido a un efecto de dilución por mayor producción de leche. Presentando su valor máximo en el experimento 3, donde las producciones fueron menores.

Contrario a lo anterior, se obtuvieron valores muy similares de lactosa independiente a cualquier factor de los mencionados debido a que es controlada por un factor biológico, en este caso la raza Holando.

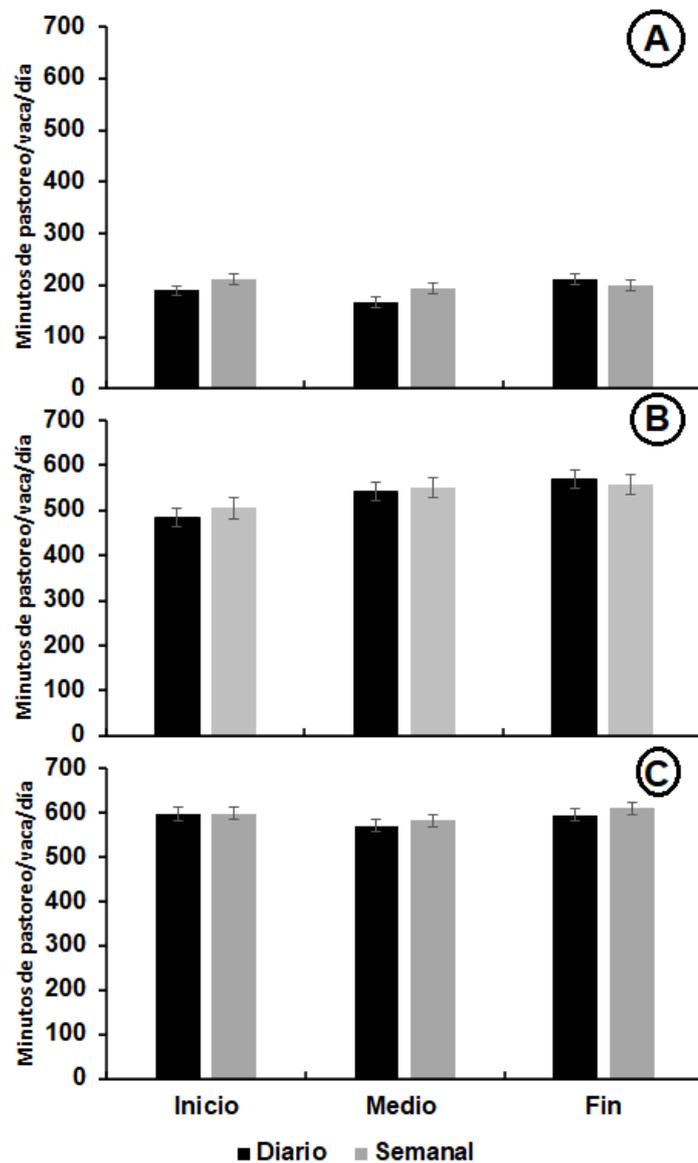
Para el experimento 1 se obtuvo valores de proteína y grasa en torno a 3,5%. Para el experimento 2 valores de proteína de 3,5% y grasa de 3,9%. Para el experimento 3 la proteína estuvo en torno a 3,5% y la grasa en 4%, Por su parte la lactosa presento valores próximos a 4,8% en todos los experimentos.

4.4. COMPORTAMIENTO BAJO PASTOREO

4.4.1. Tiempo de pastoreo

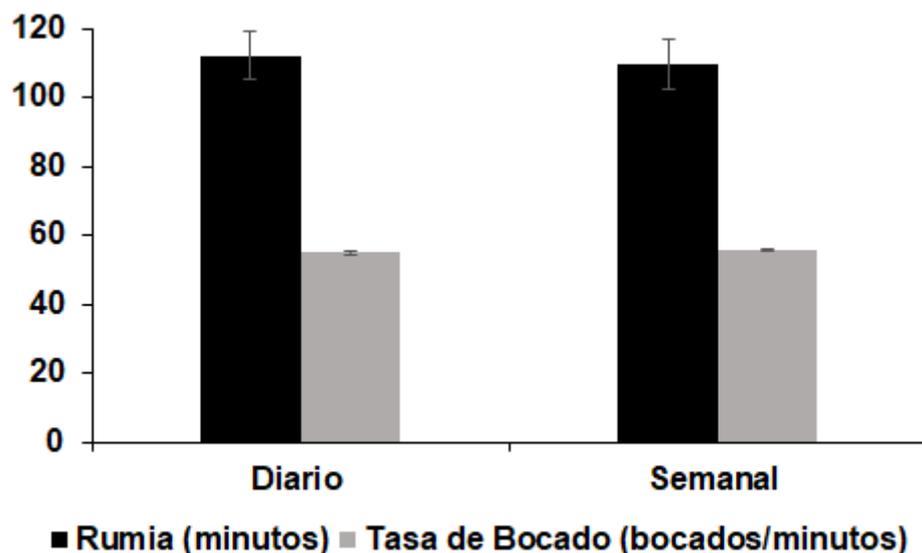
En la Figura N°11 se presenta el tiempo dedicado por los animales a la actividad de pastoreo ya sea en la franja diaria y semanal para los 3 experimentos.

Figura N°11: Tiempo dedicado por los animales a la actividad de pastoreo del experimento 1 (Figura 11A), experimento 2 (Figura 11B), experimento 3 (Figura 11C).



En cuanto al tiempo dedicado al pastoreo no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos en ninguno de los 3 experimentos, siendo el promedio 196, 535 y 592 min/vaca/día para el experimento 1, 2 y 3, respectivamente.

Figura N°12: Tiempo dedicado a rumia (minutos) y tasa de bocado (bocados/min/Vaca) en el experimento 1. No se encontraron diferencias en ninguna de las variables.

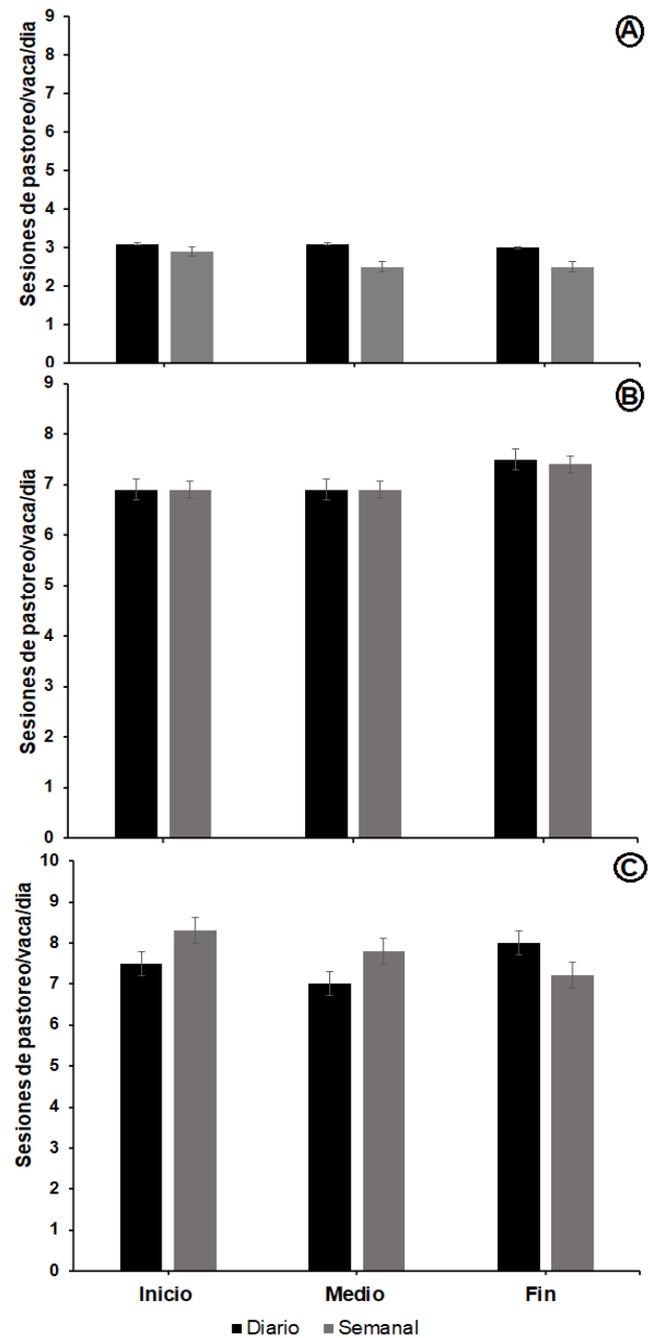


Únicamente en el experimento 1 se tomaron datos de rumia y tasa de bocado ver Figura N°12 obteniéndose que no hubo diferencias significativas ($P>0,05$) para tiempo dedicado a rumia para ambos tratamientos presentando valores de $111 \pm 7,01$ minutos. Para tasa de bocado tampoco se presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos ($55,3 \pm 0,54$ bocados por minuto).

4.4.2. Número de sesiones

En la figura N°13 se muestra para los 3 experimentos, el número de sesiones de pastoreo que realizaron las vacas en cada tratamiento al inicio (días 1 y 2), medio (días 3,4 y 5) y fin (días 6 y 7) del periodo de ocupación para los animales del tratamiento semanal y para el mismo día correspondiente para los animales del tratamiento diario.

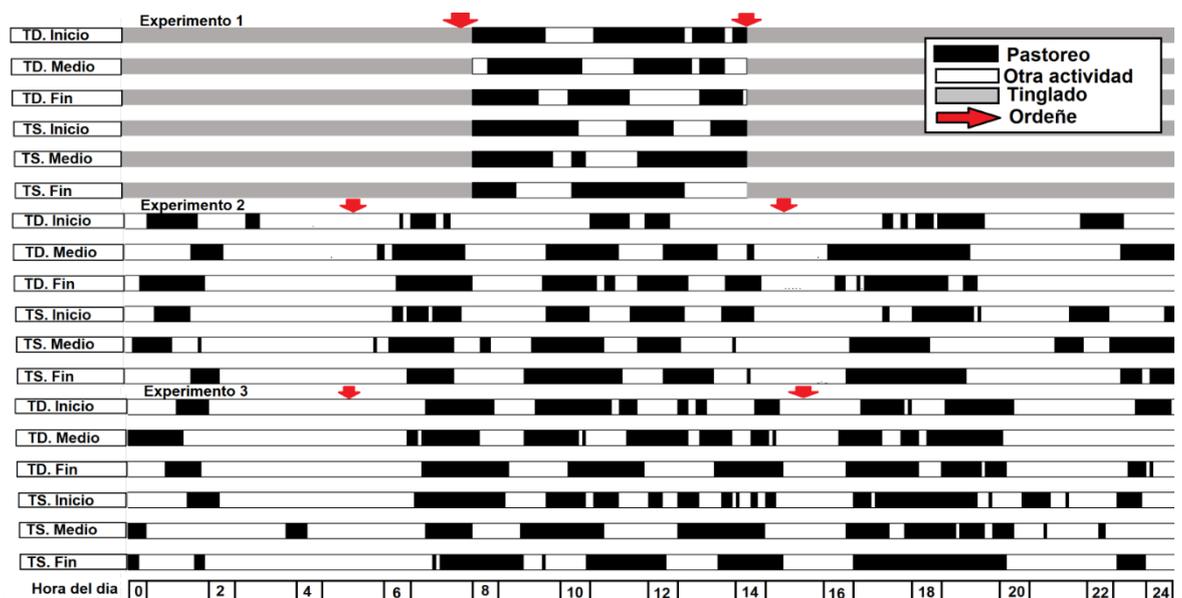
Figura N°13: Número de sesiones de pastoreo para cada tratamiento y momento del experimento 1 (Figura 13A), experimento 2 (Figura 13B), y experimento 3 (Figura 13C). No se encontraron diferencias en ninguno de los experimentos.



No hubo diferencias significativas entre el número de sesiones de pastoreo en ninguno de los experimentos ($P>0,05$). En el experimento 1 las vacas presentaron en torno a 3 sesiones de pastoreo. En el experimento 2 y 3 los valores estuvieron próximos a 7-8 sesiones, esto se debe a la cantidad de veces que los animales accedieron a la pastura ya que en el experimento 1 los animales accedieron al pastoreo durante 1 turno, en cambio en el experimento 2 y 3 pastorean dos turnos (mañana y tarde/noche).

En cuanto al número de sesiones de pastoreo para cada momento (inicio, medio y fin) dentro de cada experimento, se mantuvo sin variación para ambos tratamientos, realizando de esta forma igual número de sesiones durante todo el experimento.

Figura N°14: Patrón de pastoreo de las vacas en régimen de pastoreo con franjas semanales y diarias en tres momentos inicio (I), medio (M) y fin (F) para los tres experimentos.

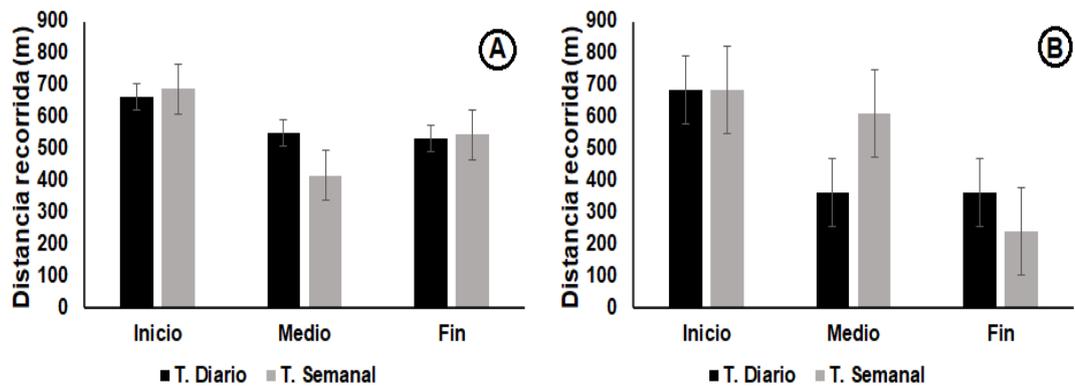


Se representan los patrones de pastoreo de las vacas (Figura N°14) en donde se puede observar que luego de cada ordeño realizaron una marcada sesión de pastoreo, esto se da en torno a las 7:00-8:00 am y luego 5:00-6:00 pm. Existe este predominio marcado de la actividad de pastoreo, sobre todo en los horarios de la mañana cuando los animales ingresan a la franja, precisamente luego de cada ordeño.

4.4.3 Distancia recorrida

En la figura N°15 se presenta la distancia recorrida en los tres momentos (inicio, medio y fin) de evaluación. La distancia presentada incluye el recorrido dentro de la parcela (siendo la misma para tratamiento diario y semanal) y lo que el animal recorrió dentro de la misma.

Figura N°15: Distancia recorrida promedio en un día para cada vaca por tratamiento dividida en momentos para experimento 1 (figura 15A), experimento 3 (figura 15B).



En la Figura N°15 no se destaca que uno de los tratamientos recorra mucha más distancia que el otro. En ninguno de los 2 experimentos evaluados existió diferencias significativas entre tratamientos ($P>0,05$) para distancia recorrida. En el experimento 1 fue de $485 \pm 28,54$ metros. En el experimento 3 la distancia recorrida fue de $437 \pm 26,81$ metros.

En las figuras N°16 y N°17 se detalla el trayecto total recorrido por las vacas dentro de la parcela (semanal y diaria) para el experimento 1 y 3.

Figura N°16: Recorrido dentro de la parcela diaria (TD) y parcela semanal (TS), para los 3 momentos del experimento 1 (inicio, medio y fin).

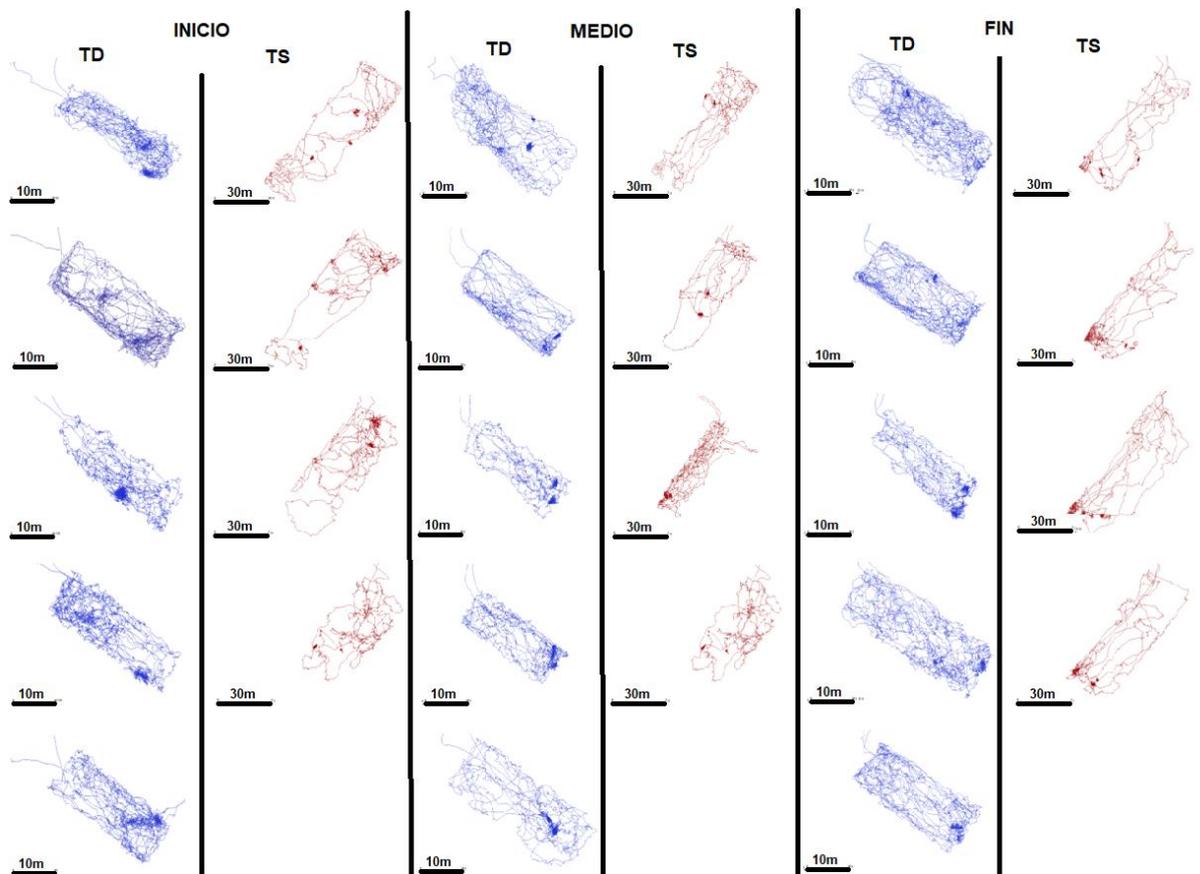
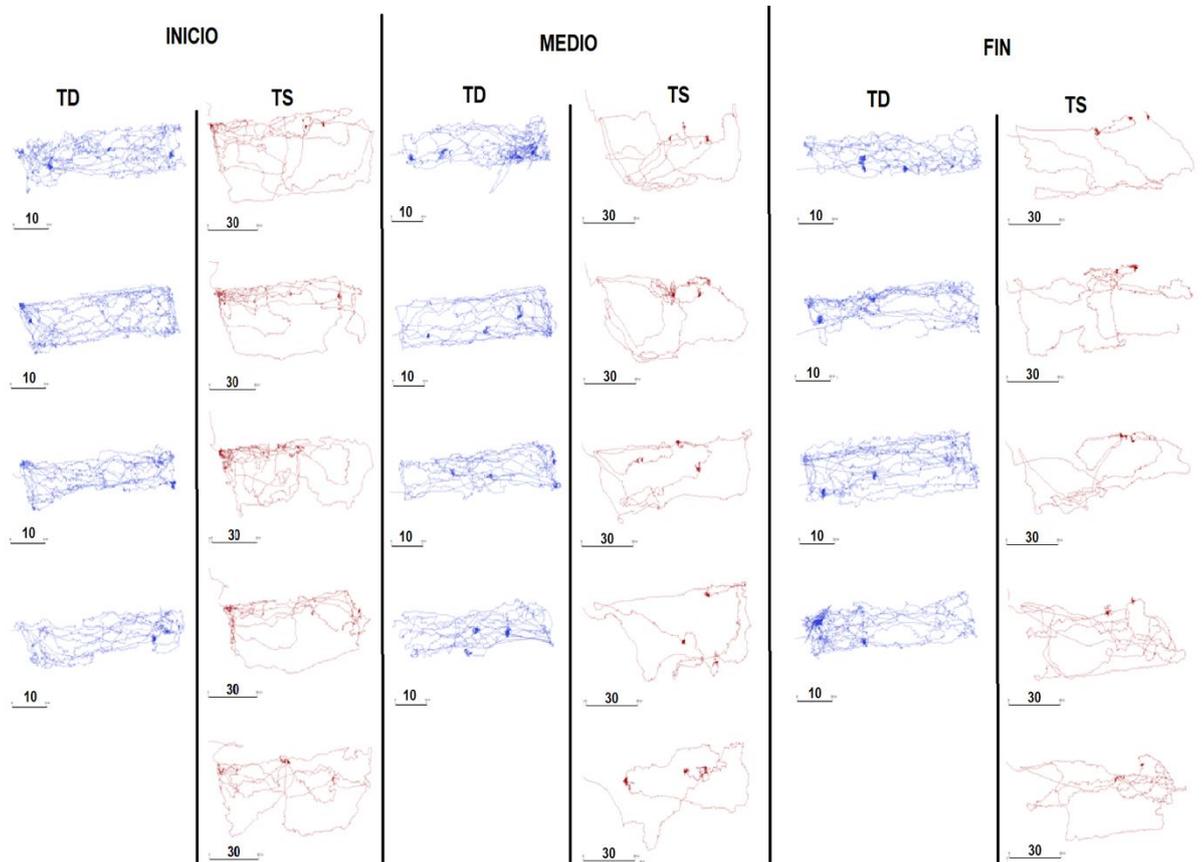


Figura N°17: Recorrido dentro de la parcela diaria (TD) y parcela semanal (TS), para los 3 momentos del experimento 3 (inicio, medio y fin).



Aunque las vacas del tratamiento diario (TD) y semanal (TS) recorran similar distancia, visualmente las vacas del TD realizan un recorrido más compacto (más cerca cada línea de recorrido entre sí), en cambio las vacas del TS presentan un recorrido más aislado (más distancia entre líneas de recorrido). Esta diferencia visual se debe a que las vacas del TS presentan un área 7 veces mayor a las de TD por lo que es lógico apreciar esa diferencia en los mapas. Esta apreciación se visualiza tanto en el experimento 1 y 3 y en los 3 momentos de cada tratamiento (ver figura N°16 y N°17).

5. DISCUSIÓN

Los principales aportes del presente trabajo fue su contribución al entendimiento de cómo se comportan los diferentes métodos de pastoreo frente a una pastura determinada, de este modo se logra evaluar variables como producción y composición de leche, obtener datos de la pastura a lo largo del periodo experimental y cómo se comportan las vacas frente a estos experimentos. Por lo tanto, se desarrolla una discusión comenzando por aspectos climáticos, características de la pastura, actividades y comportamiento de las vacas en pastoreo, y cómo influye los métodos de pastoreo en producción y composición de leche.

El consumo voluntario de MS suele reducirse, reporta Holmes y Wilson (1989), si las temperaturas son altas (25-30 °C) y aumentar si las temperaturas son bajas (0-5 °C). Posiblemente estos efectos pueden estar relacionados al incremento térmico ligado a la ingestión de alimento que limita el consumo de MS, cuando existen altas temperaturas, y en el otro extremo las mayores necesidades energéticas de los animales cuando existen bajas temperaturas. En los experimentos se registraron picos de elevada temperatura acompañado de alta humedad principalmente en el experimento 2 y 3, por lo cual se supera el ITH de alerta (valor de ITH entre 72-78). Puntualmente en el experimento 2 se alcanzó estos valores solo 2 días en todo el experimento y en el experimento 3 en 3 días. En conjunto a lo anterior, en lo que respecta a las precipitaciones y los altos niveles de humedad relativa que se generan por estas, en el experimento 2 provocaron una importante saturación de agua en el suelo, lo que condujo junto con el pisoteo animal a la formación de barro, principalmente en las parcelas diarias debido a su reducido tamaño y más sobre las áreas que se encontraban los bebederos.

En lo que respecta a los resultados de altura del forraje de los experimentos, al analizar la altura de salida de la pastura al día 7 del tratamiento semanal y en todos los días del tratamiento diario, se concluyó que al culminar la ocupación de cada parcela no se aprecian diferencias entre ambos tratamientos. Dato esperable ya que el forraje ofrecido total en ambos fue el mismo, a pesar de que fue ofrecido de forma distinta. En situaciones puntuales, como lo ocurrido en el tratamiento diario en el experimento 3 la altura de cada franja pareciera que aumenta a medida que pasan los días de experimento. Este hecho se debe probablemente debido a las mayores tasas de crecimiento de la pastura dado a las mejores condiciones ambientales que se presentaron en primavera y porque el cálculo de las franjas se hizo al día 1 y no fueron ajustadas día a día.

En el momento que el animal comienza la actividad de pastoreo, ninguno de los métodos de pastoreo es capaz de definir con exactitud que cosechar, donde lo hará, ni con que intensidad de defoliación lo va a hacer, estas incertidumbres siguen una tendencia casi constante a la altura de la pastura (Carvalho, 2013). Wade (1991) demostró explícitamente que la profundidad de defoliación es constante e independiente del método de pastoreo. Lo que finalmente hace el método de pastoreo no es más que definir la ubicación potencial para la asignación de parches. Por lo tanto,

es esencialmente una intervención espacial, que define dónde pueden estar los animales y dónde puede ocurrir el pastoreo. Por lo anterior mencionado parece indispensable determinar la evolución de la altura del forraje ofrecido, ya que es una práctica que suele traer beneficios para el sistema de producción, dado las conocidas relaciones entre la altura y el consumo de materia seca. A valores mayores de altura se tiene una distribución espacial más favorable para la prehensión, lo que define pesos de bocados mayores y por ende un consumo mayor (Forbes, 1988, Allden y Whittaker, 1970, Laca et al., 1992, Barrett et al., 2001).

Puntualmente en un experimento realizado sobre raigrás con una altura de 8-10 cm de entrada bajo manejo de pastoreo rotativo, Le Du et al. (1979) encontraron que por debajo de estas alturas podrían comenzar a ser una restricción para el consumo. En relación a esto, se puede confirmar que las alturas encontradas en dicho tratamiento no determinaron descensos en los niveles de consumo diario. Teniendo en cuenta que la composición botánica de la pastura utilizada en este experimento fue diferente a la mencionada por Le Du et al. (1979), probablemente la distribución de materia seca en el perfil también es diferente determinando un mayor volumen de alimento en los horizontes más superficiales (si se compara el raigrás con lotus, trébol) lo que implica que el animal pueda seguir alimentándose aún si se reduce la altura del forraje sin restringir el consumo.

Chilibroste (2002) reporta que existiría un horizonte mínimo de 2,9 cm por debajo del cual las vacas no pueden pastorear, ya sea por barreras físicas o porque simplemente rechazan pastorear a alturas tan bajas debido a restricciones en el comportamiento de pastoreo. Por lo tanto, en ambos tratamientos no se presentó esta restricción de altura debido a que el horizonte de pastoreo en ningún momento fue tan bajo. Por otro lado, Mendonça et al. (2011) reportan que independientemente del consumo de MS diario de los animales, el tiempo de pastoreo aumenta 12 min por cada cm de reducción en la altura de la hoja, lo que nos confirma la no existencia de diferencias significativas en cuanto a tiempo de pastoreo entre tratamiento en ninguno de los 3 experimentos ya que las alturas encontradas fueron similares. Cabe aclarar que este aumento de tiempo de pastoreo no se observó en ninguno de los dos tratamientos. Según Mendonça et al. (2011) esperaríamos que se viera aumentado el tiempo de pastoreo en alguno de los tratamientos si la altura de la pastura fuese limitante. Como esto no se apreció, se puede inferir que la altura de la pastura no limitó el consumo. Por su parte Menegazzi et al. (2021) encontraron el mismo consumo de MS para las vacas pastoreando por encima de 9 cm en una pastura a base de *Lolium arundinaceum*.

Respecto al patrón de pastoreo de los animales, el cual se distribuyó básicamente en dos momentos de pastoreo: uno en la mañana temprano y otra en las últimas horas de la tarde. En el experimento 1 se observaron únicamente 3 sesiones, debido a que las vacas se suplementaban con TMR y por ende el tiempo de acceso a la pastura era menor (solo 6hs de acceso a la pastura) al pastorear solo por la mañana. En cambio, en el experimento 2 y 3 los resultados oscilaron las 7 sesiones en total por ser exclusivamente pastoreo (tenían acceso 18hs a la pastura). Siendo las más importantes a la entrada de cada parcela luego del ordeño. Investigaciones como las de

Rook et al.(1994b), Gibbet al. (1997), Chilibroste et al. (2007, 2015), Lyons y Machen (2000), destacan tres o eventualmente cuatro sesiones importantes de pastoreo ubicándose la más importantes en la mañana temprano y al final del día. Arnold (1981) sostiene que las actividades de pastoreo ocurren durante el día y no son comunes los pastoreos durante las horas de la noche, normalmente los animales dividen su día en periodos alternativos de pastoreo, rumia y descanso. Además, presentan la tendencia de seleccionar forraje verde porque éste es normalmente más digestible y además tiene superior cantidad de nutrientes con relación al forraje seco. En general, en las horas que no hay luz solar se reducen las horas de pastoreo ya que los rumiantes estarían más expuestos a posibles depredadores, o porque destinan este horario en otras actividades como rumia o descanso. En el caso de las vacas lecheras el evento de retirar los animales para el ordeño ejerce influencia sobre el patrón natural de comportamiento ingestivo, concentrándose las dos sesiones de pastoreo más importantes a la salida de los ordeños (Gibb et al., 1997, Barrett et al., 2001).

En todos los experimentos se observó una búsqueda de forraje en el camino a las parcelas luego del ordeño, pastoreando incluso malezas poco apetecibles normalmente. Dicho comportamiento se debe probablemente al efecto que provoca el ayuno producto de las caminatas y la espera en la sala de ordeño, lo cual aumenta el deseo de comer por parte de los animales. Además, se observó que ingresan a la parcela demostrando alta voracidad por pastorear tanto en el tratamiento diario como en el semanal. Es importante resaltar que los animales tienen ciclos rápidos de saciedad, presentando comidas que pueden solo durar unos 40 minutos, llegando a 6-8 comidas a lo largo del día (Silveira, 2001). Orr et al. (2001) expresan que las máximas probabilidades de pastoreo en horarios próximos al ingreso de los animales a las franjas (luego de los ordeños de la mañana y de la tarde), se lo atribuye al ordeño, ya que ejerce una influencia fundamental sobre el patrón natural de comportamiento ingestivo, registrando en este momento las mayores tasas de bocado.

El comportamiento en pastoreo también está relacionado con los cambios diurnos en la calidad de las pasturas. Los herbívoros prefieren los alimentos con alto contenido en macronutrientes, bajos en toxinas, que les sean familiares y tengan mayor digestibilidad (Provenza et al., 1998). La composición de las pasturas se modifica a lo largo del día, siendo mayores los niveles de carbohidratos no estructurales en el atardecer, lo que aumenta la palatabilidad y la digestibilidad y podría explicar el pico de consumo observado al atardecer. Delagarde et al. (2000) estudiaron que el contenido de carbohidratos solubles totales aumenta desde la mañana hasta la noche por la acumulación de azúcares simples fotosintetizados (especialmente sacarosa), y luego disminuye durante la noche en ausencia de fotosíntesis por respiración, síntesis de proteínas y exportación hacia órganos de almacenamiento. Las variaciones matutinas/ vespertinas del contenido total de carbohidratos solubles fueron menos pronunciadas en las capas inferiores de la pradera, probablemente debido a la menor proporción de hojas y la reducción de la fotosíntesis debido al aumento de la sombra.

En cuanto a los factores que explican el control del tiempo de pastoreo, estos son menos conocidos que los factores que controlan la tasa de ingesta, como el peso de bocado, el tiempo por mordida y la relación entre la prensión y la manipulación de los movimientos mandibulares (Laca et al., 1994).

Gibb et al. (1998) reportan en un experimento que se realizó para examinar el efecto de la hora del día en la tasa de consumo de forraje de vacas lecheras Holstein no suplementadas en su cuarto mes de lactancia que pastoreaban a una altura de 6,5 cm y se obtuvo que el patrón temporal de 24 horas, la actividad de pastoreo presentó valores de $632 \pm 20,1$ minutos para tiempo medio total de alimentación. Sin embargo, debido al calor extremo después del mediodía (28°C), las vacas se resistían a pastar antes de las 6:00 pm, por lo tanto, pasaban gran parte de ese tiempo rumiando. En consecuencia, durante el segundo período de medición de 24 horas, el tiempo total de pastoreo fue de $541 \pm 22,7$ minutos. En cuanto a tiempo dedicado a pastoreo en nuestro experimento se observan valores similares a los presentados por (Gibb et al., 1998), siendo estos de 200 minutos para el experimento 1, 535 minutos para el experimento 2 y 592 minutos para el experimento 3. Puntualmente en el experimento 1 se da un menor tiempo de pastoreo en relación a lo reportado por el autor debido a que solo pastoreaban de mañana y que recibían suplementación. Sin embargo, en el experimento 2 y 3 al concretar doble pastoreo se observó mayor tiempo de pastoreo. Menegazzi et al. (2021) en un experimento donde los tratamientos impuestos fueron tres alturas diferentes de pastura post-pastoreo: control (TC), medio (TM) y laxo (TL), mencionan que el tiempo de pastoreo no fue afectado por el tratamiento, obteniendo como valor promedio 508 minutos y además que la reducción de la altura de la pradera post-pastoreo aumentó la duración del primer pastoreo de la mañana y de la tarde. El número de sesiones de pastoreo fue mayor en TL que en TM, sin diferencia en TC.

Por último, al estudiar los datos de los experimentos en conjunto se concluyó que las vacas caminaban aproximadamente 2 km diarios (incluyendo el trayecto hasta la parcela desde el tambo) presentaban una velocidad entre 2 y 4 km/hora. Específicamente dentro de la parcela no alcanzaban a caminar 500 metros. Dicha distancia que caminan los animales en pastoreo depende de varios factores que incluyen el tamaño del área de pastoreo, la cantidad de pasto disponible, la cercanía a la fuente de agua, como también la estrategia de manejo. Hay que tener presente que, aunque en ambos tratamientos se camina similar distancia dentro de la parcela, las vacas presentes en el tratamiento diario van a presentar mayor competencia por la cosecha de forraje ya que dicha parcela es de un tamaño 7 veces menor en relación a las del tratamiento semanal, esta competencia entre animales puede ser más fuerte si ese espacio es compartido por vacas multíparas y primíparas resultando que estas últimas se vean más perjudicadas por lotes con diferentes vacas en cuanto a número de lactancia por la dominancia que ejercen en la parcela. Una situación más usual donde las parcelas son mayores se espera mayor distancia recorrida debido a la búsqueda dentro de la misma, lo dicho anteriormente no se apreció en el experimento ya que las vacas del tratamiento semanal no recorrían más distancia que las del tratamiento diario. Thomson y Barnes (1993) indican que las distancias recorridas por vacas lecheras en Nueva Zelanda varían entre 2 a 7 km/día, a un paso entre 2 a 3 km/hora, con grandes variaciones entre tambos y entre días en un mismo tambo. Para

la mayoría de los sistemas de producción, intensivos y semi-intensivos, se puede esperar que los vacunos caminen entre 3 a 5 horas y recorran una distancia entre 2 a 8 km. También Di Marco y Aello (2001) consideran distancias diarias de entre 2 y 8 km, dependiendo en parte del tamaño del potrero y la posición de los bebederos y sombras. Y velocidades de entre 2 a 5 km/hora para vacas en desplazamiento a ordeño o bebederos. Los datos obtenidos en nuestro experimento se encuentran en estos rangos ya que las vacas caminaban (2 a 4 km/día) considerando la distancia total recorrida en el día ya sea la caminata dentro de la parcela y el recorrido hasta el tambo.

Pollock et al. (2020) mencionan que la pastura sigue siendo un componente importante de la dieta en muchos sistemas lecheros. Sin embargo, el desempeño animal en los sistemas bajo pastoreo a menudo se ve limitado debido al menor consumo de materia seca que se logra dentro de estos sistemas, lo que significa que los animales no logran alcanzar su potencial genético. Proporcionar una asignación alta de forraje puede mejorar esa limitante de materia seca acompañada de una altura de forraje que no limite el consumo y, posteriormente, el rendimiento de los animales en la pastura. Sin embargo, estos métodos reducen las tasas de utilización de los pastos, lo que disminuye la rentabilidad del sistema basado en pasturas. Se requieren métodos que respalden altos niveles de desempeño animal mientras mantienen una alta eficiencia en la utilización de los pastos para respaldar sistemas eficientes y sostenibles basados en pastos.

Como ventaja del pastoreo rotativo sobre el pastoreo continuo, es que permite un mayor manejo de la defoliación en el control directo sobre el intervalo de defoliación. Este control adicional ha sido propuesto como un avance tecnológico, como sinónimo de intensificación del uso de pasturas, lo que ciertamente es una exageración, ya que como argumenta Carvalho et al. (2004) el control de la defoliación, tanto en el continuo como en el rotativo, tiene el mismo principio, diferenciándose de sólo su forma de control sobre uno de los componentes.

En un experimento realizado en Chile por Teuber et al. (2005) se evaluó el comportamiento de una pradera permanente, el manejo se realizó con bovinos (3,5 terneros/ha) en pastoreo rotativo utilizando franjas con cambio diario y cambio cada tres días. Los resultados productivos no muestran diferencias en el rendimiento total de materia seca ni en el rendimiento neto en ambos tratamientos, definido como la diferencia entre la disponibilidad de forraje al ingreso y el residuo dejado por los animales. Al observar la eficiencia de utilización de la pradera tampoco se observan variaciones entre el manejo del pastoreo en una nueva franja diariamente y el pastoreo con cambio de franja cada tres días, lo cual demuestra que el rendimiento de materia seca de la pradera no cambia en un período corto de tiempo.

La utilización de pasturas como único alimento impediría explotar en su totalidad el potencial productivo de vacas lecheras de alta producción (más de 40 L/día). Los bajos CMS y de energía por parte de los animales pueden darse debido a la baja concentración energética de las pasturas, así como el alto contenido de fibras y de humedad (NRC, 2001). Según Van Vuuren y Van Den Pol-Van Dasselaar (2006)

el aporte de energía en pastoreo, alcanza para una producción de leche por vaca de entre 17 y 25 kg/día. Con las pasturas que se utilizaron en nuestro experimento se lograron obtener producciones de 27,21 y 15 L/día para experimento 1,2 y 3 respectivamente lo cual concuerda con lo mencionado anteriormente.

En contraposición a lo mencionado previamente, en un experimento realizado por Pollock et al. (2020) en donde evaluaron diferentes tiempos de ocupación de parcelas con igual asignación de forraje. Dichas parcelas fueron de medio día (12 hs), un día (24 hs) y un día y medio (36 hs). El experimento se ejecutó en dos periodos de 60 días, la altura de la pastura era de 11,4 cm y 5,2 cm entrada y salida, respectivamente, dicha pastura era un raigrás perenne con una edad promedio de 5 años. La asignación de la pastura fue de 15 kg MS/vaca/día. Se buscaba determinar el efecto en la utilización de las pasturas y como afectaba la producción de las vacas (tanto primíparas como multíparas). En las parcelas pastoreadas cada 36 hs se logró una superior eficiencia de utilización en relación a las de menor ocupación. Como resultado se encontró un efecto significativo de 0,8 cm mayor de la altura post-pastoreo en el tratamiento de 12 horas. Cabe aclarar que no existió diferencia significativa en el crecimiento de dicha pastura al finalizar el experimento, además de que los diferentes tiempos de ocupación de las parcelas no cambiaron la composición de la pastura. Donde sí se encontró diferencias fue en la composición de la pastura entre períodos. Los tiempos de ocupación no presentaron efecto sobre la producción de leche en ambos periodos. Hubo diferencias entre periodos y entre vacas multíparas y primíparas, estas últimas produjeron menos leche, pero alcanzaron una mayor producción de leche en las parcelas de 36 hs de ocupación en relación a las de 12 hs y 24 hs. En las parcelas de 36 hs se obtuvo un 8% de utilización de la pastura superior a las de 12 hs en el periodo 1, en cambio en el periodo 2 no se encontraron diferencias. En términos generales, la parcela de 36 hs logro los mejores resultados, hay que tener presente que en los sistemas intensivos las vacas primíparas son desplazadas por las multíparas, por lo tanto, tiene sentido que la parcela de mayor tamaño logre un consumo más similar entre las vacas primíparas y multíparas.

En un experimento, Abrahamse et al. (2008) con 20 vacas Holstein en 2 grupos según la producción de leche se evaluó el efecto de la frecuencia de asignación en parcelas de pastoreo sobre el consumo de forraje, el comportamiento de pastoreo, las características del rumen y la producción de leche. Los dos tratamientos fueron asignación diaria (1 día) parcelas de 0,125 ha y asignación cada 4 días parcelas de 0,5 ha de *Lolium perenne*. No hubo diferencias en la composición química del pasto ofrecido y en el consumo de materia seca del pasto entre la asignación de 1 día y 4 días. Dicho estudio mostró que el aumento de la frecuencia de asignación de forraje de una vez cada 4 días a una vez al día mejoró la producción de leche en vacas lecheras en pastoreo, especialmente cuando la cantidad de forraje ofrecido fue alta. Esto fue principalmente el resultado de un cambio en el comportamiento de pastoreo, lo que resultó en un aumento en el consumo materia seca de forraje.

Particularmente en el experimento 1, la producción total de leche fue mayor en relación al experimento 2 y 3. Este hecho podría atribuirse en parte a que en el experimento 1 las vacas fueron suplementadas con una ración totalmente mezclada (TMR) a diferencia de los demás experimentos donde solo presentaron (acceso a pastura). Esto concuerda con Leaver(1985) y Bargo et al. (2003) quienes observaron que el uso de concentrados en dietas a base de pasturas en vacas lecheras ha logrado aumentar la producción de leche a razón de 1kg de leche/kg de concentrado suministrado a vacas de alta producción.

Siguiendo la línea de razonamiento, Kolver y Müller (1998) reportaron que la producción de grasa y proteína fue menor (kg/día) en las vacas alimentadas con pastura respecto a las alimentadas con TMR, lo que podría deberse a un menor consumo de energía metabolizable (Bargo et al., 2002b). También se pudo apreciar que el nivel productivo promedio disminuyó desde el experimento 1 hasta el 3, y si bien no es objetivo compararlos, la disminución se debe, entre otros factores, por el avance de la etapa de lactancia de las vacas.

Respecto a los sólidos (grasa, proteína y lactosa) no hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos en los 3 experimentos. Puntualmente en el experimento 3 se produce un aumento en el porcentaje de grasa, no teniendo relevancia, probablemente causado en desmedro de una menor producción de leche lo que podría explicarse por menor calidad de la pastura, su cercanía al verano, y también mayor días de lactancia en el conjunto de vacas lo que se asume provocó un descenso en la producción de leche total diaria. En un experimento en los que se compara diferentes días de asignación reportado por Pulido y Leaver (2003), que trabajaron con vacas de alto nivel de producción, donde no encontraron diferencias significativas entre los sistemas de pastoreo continuo y rotativo en la producción media de leche, la persistencia de la producción de leche y la composición de la leche. En relación a la pastura y los sistemas de pastoreo (continuo y rotativo) tampoco hubo interacciones significativas entre el sistema de pastoreo y la altura de la pradera para la producción y composición de la leche, lo que indica que la influencia de la altura de la pradera en el rendimiento fue similar en ambos sistemas.

Resultados publicados en experimentos similares al de Pulido y Leaver (2003) por McMeekan (1961), Arriaga y Holmes (1986) llegaron a la conclusión de que no hay evidencia de un mejor método de pastoreo. Parsons y Chapman (2000) reportan que, a pesar de la antigua controversia sobre los méritos relativos de pastoreo continuo versus rotativo, actualmente es reconocido que, crecimiento y utilización bajo estos aparentemente contrastantes manejos, son similares. Se espera que la producción de forraje sea igual, así como se reconoce cada vez más que el pastoreo continuo es en realidad rotacional a escala de bocado o planta.

Por lo anterior dicho, el trabajo actual remarca la importancia de destinar cada método a la situación donde mejor se adapte, lo cual será en función en primera instancia de la pastura presente como también de la logística empresarial, entre otras.

La decisión del uso de un método de pastoreo u otro dependerá también de la logística empresarial. El método de pastoreo no tuvo una diferencia marcada en cuanto a comportamiento ingestivo de las vacas.

El uso de un método de pastoreo que requiera menor cantidad de parcelas tendrá como resultado asociado menor labor y posiblemente menor costo. Independiente del método, un buen manejo implica una altura residual adecuada que no comprometa el rebrote y asegure no restricciones para el consumo, y por lo tanto esta también relacionado a una oferta de forraje adecuada para cumplir dichos objetivos.

6. CONCLUSIONES

El tratamiento diario y el tratamiento semanal no presentaron diferencias significativas en cuanto a producción y composición de leche diaria por vaca.

Además, no se lograron registrar diferencias en el comportamiento de los animales y tampoco en la desaparición de la pastura en el transcurso de los días, entre tratamientos para los 3 experimentos.

7. RESUMEN

Los experimentos fueron llevados a cabo del 23 de mayo al 11 de junio, del 8 de octubre al 25 de octubre, del 18 de noviembre al 7 de diciembre del 2019, en la Estación Experimental M.A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay. El objetivo de este fue comparar dos métodos de pastoreo (franja diaria vs semanal) y registrar si influían en la performance y comportamiento de la vaca lechera, y en la tasa de desaparición de la pastura a lo largo de los días. Para lograr esto se trabajó con 10 vacas Holstein en cada experimento. Por un lado 5 vacas correspondían al tratamiento semanal y las restantes 5 al diario. En el experimento 1 las vacas accedían a la pastura únicamente en el turno de la mañana y recibían suplementación. En cambio, en el experimento 2 y 3 las vacas estaban exclusivamente bajo pastoreo en el turno de la mañana y de la tarde. Los métodos difirieron en la frecuencia de asignación de la parcela, la franja semanal correspondió a 1 parcela de 7 días y franja diaria 7 parcelas de 1 día de ocupación. Cuando se realizó el análisis de datos, se pudo concluir que ambos tratamientos no presentaban diferencias en cuanto a producción y composición de leche. En los 3 experimentos no existió diferencias significativas ($P>0,05$) para altura de entrada y salida de la parcela al comparar tratamiento diario con semanal. En el experimento 1 el promedio de altura de entrada fue de $16,3 \pm 1,04$ cm y de $10,6 \pm 0,23$ cm para salida. Para el experimento 2 fue de $17,6 \pm 0,95$ cm de entrada y $11,9 \pm 0,83$ cm para salida. Para el experimento 3 fue de $28,1 \pm 0,89$ cm y $16,3 \pm 1,37$ cm para salida. Cuando se analizó para comparar la producción de leche de ambos métodos de pastoreo no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$) para producción de leche (L/día). En el experimento 1, se obtuvieron producciones de $27,0 \pm 2,38$ L/día. En el segundo experimento fue $20,8 \pm 0,69$ L/día. Por último, en el experimento 3 los valores fueron $14,7 \pm 0,66$ L/día. El tiempo dedicado al pastoreo fue de 196, 535 y 592 min/vaca/día para el experimento 1, 2 y 3, respectivamente. Por lo cual no existió diferencias significativas ($P>0,05$). Con relación al número de sesiones de pastoreo realizado por las vacas, realizaron 3 sesiones en el experimento 1 donde solo pastoreaban un turno al día, y 7-8 sesiones en el experimento 2 y 3 donde pastoreaban doble turno. Tal y como hemos podido comprobar, el tratamiento diario y el tratamiento semanal no presentan diferencias significativas en cuanto a producción y composición de leche diaria por vaca. Además, no se lograron registrar diferencias en el comportamiento de los animales y en la desaparición de la pastura a lo largo de los días en cada experimento.

Palabras clave: vacas Holando; pastura; métodos de pastoreo; producción y composición de leche; comportamiento.

8.SUMMARY

The experiments were carried out from May 23 to June 11, from October 8 to October 25, from November 18 to December 7, 2019, at the M.A. Cassinoni, Faculty of Agronomy, Paysandú, Uruguay. The objective of this study was to compare two grazing methods (daily vs. weekly interval) and record if they influenced the performance and behavior of the dairy cow, and the rate of pasture disappearance throughout the days. To achieve this, 10 Holstein cows were used in each experiment. On the one hand, 5 cows corresponded to the weekly treatment and the remaining 5 to the daily treatment. In experiment 1, the cows accessed the pasture only in the morning shift and received supplementation. In contrast, in experiments 2 and 3, the cows were exclusively under grazing in the morning and afternoon shifts. The methods differed in the frequency of allocation of the plot, the weekly slot corresponded to 1 plot of 7 days and the daily slot 7 plots of 1 day of occupation. When the data analysis was carried out, it can be concluded that both treatments did not present differences in terms of milk production and composition. In the 3 experiments there were no significant differences ($P>0.05$) for height of entry and exit of the plot when comparing daily treatment with weekly. In experiment 1, the average inlet height was 16.3 ± 1.04 cm and 10.6 ± 0.23 cm for outlet. For experiment 2 it was 17.6 ± 0.95 cm at the entrance and 11.9 ± 0.83 cm at the exit. For experiment 3 it was 28.1 ± 0.89 cm and 16.3 ± 1.37 cm for outlet. When analyzed to compare the milk production of both grazing methods, no significant differences were found ($P>0.05$) for milk production (L/day). In experiment 1, productions of 27.0 ± 2.38 L/day were obtained. In the second experiment it was 20.8 ± 0.69 L/day. Finally, in experiment 3 the values were 14.7 ± 0.66 L/day. The time dedicated to grazing was 196, 535 and 592 min/cow/day for experiment 1, 2 and 3, respectively. Therefore, there were no significant differences ($P>0.05$). Regarding the number of grazing sessions performed by the cows, they performed 3 sessions in experiment 1 where they only grazed one shift a day, and 7-8 sessions in experiments 2 and 3 where they grazed double shift. As we have been able to verify, the daily treatment and the weekly treatment do not present significant differences in terms of production and composition of daily milk per cow. In addition, it was not possible to record differences in the behavior of the animals and in the disappearance of the pasture throughout the days in each experiment.

Keywords: Holstein cows; pasture; grazing methods; milk production and composition; behaviour.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Abrahamse, P. A.; Dijkstra, J.; Vlaeminck, B.; Tamminga, S. 2008. Frequent allocation of rotationally grazed dairy cows changes grazing behavior and improves productivity. *Journal of Dairy Science*. 91(5): 2033 - 2045.
2. Alden, W. G.; Whitaker, I. A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21(5): 755 - 766.
3. Allen, V. G.; Batello, C.; Berretta, E. J.; Hodgson, J.; Kothmann, M.; Li, X.; McIvor, J.; Milne, J.; Morris, C.; Peeters, A.; Sanderson, M. 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*. 66(1): 2 - 28.
4. Álvarez, H. J.; Dichio, L.; Larripa, M. 2007. Suplementación energética en vacas con distintos niveles de producción de leche y asignación de pastura. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27(3): 151 - 157.
5. Arnold, G. W. 1981. Grazing behaviour. In: Morley, F. W. H. ed. *Grazing Animals*. Amsterdam, Elsevier. pp. 79 - 104.
6. Arriaga, J. C.; Holmes, W. 1986. The effect of concentrate supplementation on high-yielding dairy cows under two systems of grazing. *Journal of Agricultural Science*. 107(2): 453 - 461.
7. Bargo, F.; Muller, L. D.; Delahoy, J. E.; Cassidy, T. W. 2002a. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*. 85(7): 1777 - 1792.
8. _____.; _____.; _____.; _____. 2002b. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 85(11): 2948 - 2963.
9. _____.; _____.; Kolver, E. S.; Delahoy, J. E. 2003. Invited review: production and digestion on supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*. 86(1): 1 - 42.
10. Barrett, P. D.; Laidlaw, A. S.; Mayne, C. S.; Christie, H. 2001. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. *Grass and Forage Science*. 56(4): 362 - 373.
11. Bauman, D. E.; Griinari, J. M. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*. 23: 203 - 227.

12. Briske, D. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, CAB International. pp. 37 - 67.
13. _____.; Derner, J. D.; Brown, J. R.; Fuhlendorf, S. D.; Teague, W. R.; Havstad, K. M.; Gillen, R. L.; Ash, A. J.; Willms, W. D. 2008. Rotational grazing on rangelands: reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology & Management*. 61(1): 3 - 17.
14. Carvalho, P. C. F. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^a., 2001, Piracicaba). Trabalhos apresentados. s.l., FEALQ. pp. 853 - 871.
15. _____.; Canto, M. W.; Moraes, A. 2004. Fontes de perdas de forragem sob pastejo: forragem se perde? In: Simpósio sobre manejo estratégico de pastagem (2^o., 2004, Viçosa, Brasil). Trabalhos apresentados. Viçosa, Brasil. pp. 387 - 418.
16. _____.; Pereira, F.; Teixeira dos Santos, D.; Nabinger, C.; Poli, C. 2009. Desmitificando o aproveitamento do pasto. (en línea). In: Jornada técnica em sistemas de produção de bovinos de corte e cadeia produtiva (4^o., 2009, Porto Alegre). Trabalhos apresentados. Porto Alegre, Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. 25 p. Consultado set. 2022. Disponible em https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/forragens/artigos/DES_MISTIFICANDO%20O%20APROVEITAMENTO%20DO%20PASTO.pdf
17. _____. 2013. Can grazing behaviour support innovations in grassland management? In: International Grassland Congress (22^o., 2013, Sydney). Proceedings. Orange, New South Wales Department of Primary Industry. pp. 1134 - 1148.
18. _____.; Bremm, C.; Bonnet, O. J. F.; Savian, J. V.; Schons, R. M. T.; Szymczak, L. S.; Baggio, T.; Moojen, F. G.; Silva, D. F. F.; Marin, A.; Gandara, L.; Bolzan, A. M. S.; Neto, G. F. S.; Moraes, A.; Monteiro, A. L. G.; Santos, D. T.; Laca, E. A. 2016. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo?: Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e Fundamentos do Pastoreio “Rotatínuo”. In: Simpósio sobre Manejo Estratégico Da Pastagem (22^o., 2016, Viçosa, Brasil). Trabalhos apresentados. Porto Alegre, RS. pp. 1 - 21.

19. _____.; Prates, A. P.; Moojen, F. G.; Szymczak, L.; Albuquerque, P. A.; Neto, G. F. S.; Savian, J. V.; Eloy, L.; de Moraes, A.; Bremm, C. 2019. Métodos de pastoreio: uma perspectiva alternativa a décadas de debate e pouco avanço conceitual. In: Simpósio de Produção Animal a Pasto (5º., 2019, Maringá). Trabalhos apresentados. Maringá, Sociedade Rural de Maringá. s.p.
20. Cauduro, G. F.; Carvalho, P. C. D. F.; Barbosa, C. M. P.; Lunardi, R.; Nabinger, C.; Gonçalves, E. N.; Devincenzi, T. 2006. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35(4): 1298 - 1307.
21. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26º., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1 - 7.
22. _____. 1999. Grazing time: the missing link: A study of the plant-animal interface by integration of experimental and modelling approaches. PhD Diss. Wageningen, The Netherlands. Wageningen University. 190 p.
23. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (30º., 2002, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Bayer. pp. 90 - 96.
24. _____.; Soca, P.; Mattiauda, D. A.; Bentancur, O.; Robinson, P. H. 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 47(9): 1075 - 1084.
25. _____.; _____.; _____.; Gill, M. J. 2015. Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: do they follow a predictable pattern? *Animal Production Science*. 55(3): 328 - 338.
26. Cid, M. S.; Brizuela, M. A. 1998. Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management*. 51(6): 644 - 649.
27. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado set. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/01-proceso_crecimiento.pdf

28. Dalley, D. E.; Roche, J. R.; Grainger, C.; Moate, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowance in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39(8): 923 - 931.
29. Davies, A. 1965. Carbohydrate levels and regrowth in perennial rye-grass. *Journal of Agricultural Science*. 65(2): 213 - 221.
30. Delagarde, R.; Peyraud, J. L.; Delaby, L.; Faverdin, P. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*. 84(1-2): 49 - 68.
31. _____; O'Donovan, M. 2005. Les modèles de prevision de l'ingestion journalière d'herbe et de la production laitière des vaches au pâturage. *INRAE Productions Animales*. 18(4): 241 - 253.
32. Demment, M. W.; Peyraud, J. L.; Laca, E. A. 1995. Herbage intake at grazing: a modelling approach. *In: Journet, M.; Grenet, E.; Farce, M. H., Theriez, M.; Demarquilly, C. eds. Recent Development in the Nutrition of Herbivores*. Paris, INRA. pp. 121 - 141.
33. Di Marco, O. N.; Aello, M. 2001. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 53(1): 105 - 110.
34. Di Virgilio, A.; Lambertucci, S. A.; Morales, J. M. 2019. Sustainable grazing management in rangelands: over a century searching for a silver bullet. (en línea). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 283: 106561. Consultado set. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.05.020>
35. Dougherty, C. T.; Bradley, N. W.; Cornelius, P. L.; Lauriault, L. M. 1989. Short-term fasts and the ingestive behavior of grazing cattle. *Grass and Forage Science*. 44(3): 295 - 302.
36. Du Preez, J. H.; Giesecke, W. W.; Hattingh, P. J.; Eisenberg, B. E. 1990. Heat stress in dairy cattle under southern African conditions: II. Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 57: 183 - 187.
37. Durán, H.; La Manna, A.; Acosta, Y.; Mieres, J. 2010. Propuestas validadas de INIA sobre alternativas para incrementar la producción de leche y/o sólidos por hectárea en forma rentable. *Agrociencia (Uruguay)*. 14: 96 - 99.
38. Ernst, P.; Le Du, L. P.; Carlier, L. 1980. Animal and sward production under rotational and continuous grazing management: a critical appraisal. *In: Prins, W. H.; Arnold, G. H. eds. The Role of Nitrogen in Intensive Grassland Production*. Wageningen, PUDOC. pp. 119 - 126.

39. Fariña, S. R.; Chilibroste, P. 2019. Opportunities and challenges for growth of milk production from pasture based systems: the case of farm systems in Uruguay. (en línea). *Agricultural Systems*. 176: 102631. Consultado set. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.05.001>
40. Fisher, G. E. J.; Dowdeswell, A. M.; Perrot, G. 1996. The effect of sward characteristics and supplement type on the herbage intake and milk production of summer-calving cows. *Grass and Forage Science*. 51: 116 - 120.
41. Forbes, T. D. A. 1988. Researching the plant –animal interface: the investigate of ingestive behavior in grassing animals. *Journal of Animal Science*. 66(9): 2269 - 2379.
42. Gallardo, M. R.; Onetti, S. G.; Castillo, A. R.; Nari, J. O. 1996. Proteína en leche y su relación con el manejo nutricional. In: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). *Temas de producción lechera*. Buenos Aires. pp. 133 - 151. (Publicación miscelánea no. 81).
43. _____. 2006. Alimentación y composición química de la leche. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado jun. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/12-alimentacion_y_composicion_leche.pdf
44. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo: revisión bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2): 119 - 142.
45. García, J. 1995. Estructura del tapiz de praderas. La Estanzuela, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66.).
46. Gibb, M. J.; Huckle, C. A.; Nuthall, R.; Rook, A. J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein-Friesian cows. *Grass and Forage Science*. 52(3): 309 - 321.
47. _____.; _____.; _____. 1998. Effect of time of day on grazing behavior and intake rate by dairy cows. *Grass and Forage Science*. 53(1): 41 - 46.
48. _____.; _____.; _____.; Rook, A. J. 1999. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 63(4): 269 - 287.
49. _____. 2006. Grassland management with emphasis on grazing behavior. In: Elgersma, A.; Dijkstra, J.; Tamminga, S. eds. *Fresh herbage for dairy cattle*. Dordrecht, Springer. pp. 141 - 157.
50. Gill, M.; Romney, D. 1994. The relationship between the control of meal size and the control of daily intake in ruminants. *Livestock Production Science*. 39(1): 13 - 18.

51. Giraud, M. 2003. Estrés térmico. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado set. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/09-stres.pdf
52. Gonnet, M. 2007. Efecto de la asignación de forraje sobre la producción y composición de leche en vacas Holando primíparas durante la primer etapa de lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 88 p.
53. Gregorini, P.; Agnelli, L.; Masino, C. 2007. Producción animal en pastoreo: definiciones que clarifican significados y facilitan la comprensión y utilización de términos usados comúnmente. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado set. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/61-produccion_en_pastoreo.pdf
54. Hardoy, A.; Danelón, J. L. 1989. Selección de la dieta y consumo de rumiantes en pastoreo. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado set. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion_dieta_y_consumo.pdf
55. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15: 663 - 670.
56. Hodgson, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44(2): 339 - 346.
57. Holechek, J. L. 1983. Considerations concerning grazing systems. *Rangelands*. 5(5): 208 - 211.
58. Holmes, C. W.; Wilson, G. F. 1989. Producción de leche en praderas. Zaragoza, Acribia. 446 p.
59. Illius, A. W. 1986. Foraging behaviour and diet selection. In: Gudmundsson, O. ed. *Grazing research at northern latitudes*. New York, Plenum Press. pp. 227 - 236.
60. Kennedy, E.; McEvoy, M.; Murphy, J. P.; O'Donovan, M.; Curran, J.; Mayes, B. 2011. Restricting dairy cow access time to pasture in early lactation; the effects on milk production, grazing behaviour and dry matter intake. *Animal*. 5(11): 1805 - 1813.
61. King, K. R.; Stockdale, C. R.; Patterson, I. F. 1980. The effect of restriction of pasture intake in late lactation on the milk production and body condition of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 20: 389 - 393.
62. Kolver, E. S.; Müller, L. D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81(5): 1403 - 1411.

63. Kristensen, T.; Oudshoorn, F.; Munksgaard, L.; Sjøgaard, K. 2007. Effect of time at pasture combined with restricted indoor feeding on production and behaviour in dairy cows. *Animal*. 1(3): 439 - 448.
64. Laca, E. A.; Ungar, E. D.; Seligman, N.; Demment, M. W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47: 91 - 102.
65. _____.; _____.; _____. 1994. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*. 39(1): 3 - 19.
66. _____.; Demment, W. M. 1996. Foraging strategies of grazing animals. In: Illius, A. W.; Hodgson, J. eds. *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, CAB. pp 137 - 158.
67. _____.; Lemaire, G. 2000. Measurement sward structure. In: Mannetje, L. T.; Jones, R. M. eds. *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. Wallingford, CABI. pp. 103 - 121.
68. Le Du, Y. L. P.; Combellas, J.; Hodgson, J.; Baker, R. D. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows: 2- The effect of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and Forage Science*. 34(4): 249 - 260.
69. Leaver, J. D. 1976. Utilization of grassland by dairy cows. In: Swan, H.; Broster, W. H. eds. *Principles of cattle production*. London, Butterworth. pp. 307 - 327.
70. _____. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research*. 52(2): 313 - 344.
71. Lyons, R. K.; Machen, R. V. 2000. *Interpreting grazing behavior*. Texas, Agricultural Extension Service. 6 p. (Range Detect Series).
72. _____.; _____.; Forbes, T. D. A. 2001. Entendiendo el consumo de forraje de los animales en pastizales. Texas, Agricultural Extension Service. 6 p.
73. McCosker, T. 2000. Cell grazing: the first 10 years in Australia. *Tropical Grasslands*. 34(3): 207 - 218.
74. McGilloway, D. A.; Cushnahan, A.; Laidlaw, A. S.; Mayne, C. S.; Kilpatrick, D. J. 1999. The relationship between level of swards height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 54: 116 - 126.
75. McMeekan, C. P. 1961. Grazing management. In: International Grassland Congress (8°, 1961, Reading). *Proceedings*. Reading, University of Reading. pp. 21 - 26.
76. Mena, M. A.; Hernández, A.; Enríquez, J. F.; Pérez, J.; Zaragoza, J. L.; Velasco, M. E.; Avellaneda, J. 2007. Efecto de asignaciones de forraje, en pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en el trópico. *Agrociencia*. 41(1): 1 - 12.

77. Mendonça, H.; Apezteguia, E.; Crestanii, S.; Maciel, K.; Mantovani, C.; Valenti, J. 2011. Relationship between diurnal grazing time and herbage intake in dairy cows in rotational grazing. *Ciência Rural* (Santa Maria). 41(11): 2010 - 2013.
78. Menegazzi, G.; Giles, P. Y.; Oborsky, M.; Fast, O.; Mattiauda, D. A.; Genro, T. C.; Chilbroste, P. 2021. Effect of post-grazing sward height on ingestive behavior, dry matter intake, and milk production of Holstein dairy cows. *Frontiers in Animal Science*. 2(1): 423 - 430.
79. 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. Tacuarembó, INIA. pp. 1 - 11. (Serie Técnica no. 113).
80. Nabinger, C. 1996. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14º., 1997, Piracicaba). Trabalhos apresentados. Piracicaba, ESALQ. pp. 213 - 251.
81. NRC (National Research Council, US). 1981. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, National Academy Press. 90 p.
82. _____. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. rev. Washington, National Academy Press. 381 p.
83. O'Reagain, P. J.; Turner, J. R. 1992. An evaluation of the empirical basis for grazing management recommendations for rangeland in southern Africa. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*. 9: 38 - 49.
84. _____.; Schwartz, J. 1995. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland. In: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (4º., 1995, Paris). Proceedings. Paris, INRA. s.p.
85. Orr, R. J.; Rutter, S. M.; Penning, P. D.; Rook, A. J. 2001. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass and Forage Science*. 56: 352 - 361.
86. Palhano, A. L.; Carvalho, P. C. F.; Dittrichi, J. R.; Demoraes, A.; Da Silva, S. C.; Gomes Monteiro, A. L. 2007. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaca. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 6(4): 1014 - 1021.
87. Paredes Costa, I.; Rodio Pioli, F. 2022. Evaluación del pastoreo en franjas matutina y vespertina frente a franjas de más de un día de ocupación sobre la producción de leche de vacas Holando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 38 p.

88. Parsons, A. J. 1988. The effects of season and management on the growth of grass swards. *In:* Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. The grass crop: the physiological basis of production. Dordrecht, Springer. pp. 129 - 177.
89. _____; Chapman, D. F. 2000. The principles of pasture growth and utilization. *In:* Hopkins, A. ed. Grass: its production and utilization. Oxford, Blackwell Science. pp. 31 - 89.
90. Peyraud, J. L.; Delaby, L. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. *In:* Garnsworthy, P. C.; Wiseman, J. S. eds. Recent advances in animal nutrition. Nottingham, Nottingham University Press. pp. 203 - 220.
91. Pollock, J.; Gordon, A.; Huson, K.; McConnell, D. 2020. The effect of Frequency of fresh pasture allocation on pasture utilisation and the performance of high 32 yielding dairy cows. (en línea). *Animals*. 10(11): 2176. Consultado set. 2022. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/11/2176>
92. Poppi, D. P.; Hughes, J. P.; L`Huillier, P. J. 1987. Intake of pasture for grazing animals. *In:* Nicol, A. M. ed. Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55 - 64. (Occasional Publication no. 10).
93. Provenza, F. D.; Villalba, J. J.; Cheney, C. D.; Werner, S. J. 1998. Self-organization of foraging behavior: from simplicity to complexity without goals. *Nutrition Research Reviews*. 11: 199 - 222.
94. Pulido, R. G.; Leaver, J. D. 2003. Continuous and rotational grazing of dairy cows: the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science*. 58: 265 - 275.
95. Rearte, D. 1992. Alimentación y composición de leche en los sistemas pastoriles. Cerbas, INTA. 79p.
96. Ring, C. B.; Nicholson, R. A.; Launchbaugh, J. L. 1985. Vegetational traits of patch-grazed rangelands in west central Kansas. *Journal of Range Management*. 38: 51 - 55.
97. Roche, J. R.; Berry, D. P.; Bryant, A. M.; Burke, C. R.; Butler, S. T.; Dillon, P. G.; Donaghy, D. J.; Horan, B.; Macdonald, K. A.; Macmillan, K. L. 2017. A 100-year review: a century of change in temperate grazing dairy systems. *Journal Dairy Science*. 100: 10189 - 10233.
98. Rook, A. J.; Huckle, C. A.; Penning, P. D. 1994a. Effect of sward height and concentrate supplementation of the ingestive behavior of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Applied Animal Behavior Science*. 40(2): 101 - 112.

99. _____.; _____.; _____. 1994b. The effects of sward height and concentrate supplementation on the performance of spring calving dairy cows grazing perennial ryegrass-white clover swards. *Animal Production*. 58: 167 - 172.
100. Silbermann, A. V. 2003. Efecto del momento de suplementación con ensilaje de maíz sobre el comportamiento ingestivo de vacas Holando pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 110 p.
101. Silva, S. C.; Carvalho, P. C. F. 2005. Foraging behaviour and intake in the favourable tropics/sub-tropics. *In*: McGilloway, D. A. ed. *Grassland: a global resource*. Wageningen, Wageningen Academic. pp. 81 - 95.
102. Silveira, E. O. 2001. Produção e comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado a diferentes alturas. Diss. Mestrado em Zootecnia. Rio Grande do Sul, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 234 p.
103. Spalinger, D. E.; Hobbs, N. T. 1992. Mechanisms of foraging in mammalian herbivores: New models of functional response. *American Naturalist*. 40: 325 - 348.
104. Stuth, J. 1991. Foraging behavior. *In*: Heitschmidt, R.; Stuth, J. eds. *Grazing management: an ecological perspective*. Oregon, Timber. pp. 85 - 108.
105. Sutton, J. D.; Broster, W. H.; Schuller, E.; Napper, D. J.; Broster, V. J.; Bines, J. A. 1988. Influence of plane of nutrition and diet composition on rumen fermentation and energy utilization by dairy cows. *Journal of Agricultural Science*. 110(2): 261 - 270.
106. Teuber, N.; Alfaro, M.; Iraira, S.; Salazar, F.; Villarroel, T. 2005. Pastoreo en franjas con cambios diarios y cada tres días. (en línea). *Tierra Adentro*. no. 64: 16 - 17. Consultado set. 2022. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6193/NR32957.pdf?sequence=1>
107. Thomson, N. A.; Barnes, M. L. 1993. Effect of distance walked on dairy production and milk quality. *The Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 53: 69 - 72.
108. Utsumi, S. A.; Cangiano, C. A.; Galli, J. R.; McEachern, M. B.; Demment, M. W.; Laca, E. A. 2009. Resource heterogeneity and foraging behaviour of cattle across spatial scales. (en línea). *BMC Ecology*. 9: 9. Consultado set. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1186/1472-6785-9-9>

109. Van Vuuren, A. M.; Koelen, C. J. V. D.; Vroons De Bruin, J. 1986. Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 34: 457 - 467.
110. _____.; Van Den Pol-Van Dasselaar, A. 2006. Grazing systems and feed supplementation. In: Elgersma, A.; Dijkstra, J.; Tamminga, S. eds. *Fresh Herbage for Dairy Cattle*. Wageningen, Springer. pp. 85 - 101.
111. Wade, M. H. 1991. Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method. PhD Thesis. Rennes, France. Université de Rennes. p. irr.
112. _____.; Carvalho, P. C. F. 2000. Patterns of defoliation and herbage intake on pastures. In: Hogson, J.; Lemaire, G.; Moraes, A.; Carvalho, P. C. F.; Nabinger, C. eds. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Wallingford, CAB International. pp. 233 - 248.
113. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interaction. *Journal Dairy Science*. 69(2): 617 - 631.
114. Zimbelman, R. B.; Rhoads, R. P.; Rhoads, M. L.; Duff, G. C.; Baumgard, L. H.; Collier, R. J. 2009. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (ITH) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: Southwest Nutrition and Management Conference (24^o., 2009, Tempe, Arizona). Proceedings. s.n.t. pp. 158 - 169.