

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TASA DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS
LECHERAS BAJO DISTINTAS INTENSIDADES DE
DEFOLIACIÓN DE FESTUCA EN PRIMAVERA**

por

Matías Javier OBORSKY CANCELA

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
magister en Ciencias Agrarias
opción Ciencias Animales

PAYSANDÚ
URUGUAY
(mes año)

Tesis aprobada por el tribunal integrado por (título nombre), (título nombre), y (título nombre), el (día) de (mes) de (año). Autor/a: (título nombre). Director/a (título nombre), Co-director/a (título nombre).

Dedico este trabajo a Abel Oborsky mi Papá que en el poco tiempo que compartí con el dejó su huella en mi vida. Nunca olvidare el día que me dijo caminando por una calle salteña “algún día serás un profesional”.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor Ing. Agr. Pablo Chilibroste por el tiempo dedicado a mi formación académica y en muchos momentos de este período en lo personal con consejos claros y de valor.

A mi co-tutor Ing. Agr. Diego Mattiauda por el tiempo dedicado principalmente en la última etapa de cierre de la tesis con aportes importantes y siempre “pegando en el clavo”. También valoro mucho los consejos en distintos momentos y ese vínculo al que se llega.

A la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) donde trabajé durante el transcurso de mis estudios de posgrado. Fue en lugar de mucho aprendizaje valorando mucho en esta etapa la oportunidad de poder intercambiar con docentes de más experiencia en distintas disciplinas de la Agronomía y Veterinaria.

A todos los compañeros de estudios y trabajo que han pasado y han dejado huellas en mi camino, lo bueno y lo malo, pero siempre hay un aprendizaje de toda experiencia. No los voy a nombrar a todos por no olvidar poner a alguien.

A mi familia y principalmente a Eugenia y Paulina por el apoyo en esta etapa donde pasamos mucho tiempo en la distancia y siempre dándome para adelante para poder culminar esta etapa, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. PLANTEO DEL PROBLEMA	1
1.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	2
1.2.1. <u>Consumo en pastoreo</u>.....	2
1.2.2. <u>Manejo de la intensidad de defoliación y su respuesta en</u>	
<u>producción</u>	4
1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	9
1.3.1. <u>Hipótesis</u>	9
1.3.2. <u>Objetivo general</u>	9
1.3.3. <u>Objetivos específicos</u>	9
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	10
2.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL	10
2.2. PASTURA	10
2.3. ANIMALES	10
2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	11
2.5. DETERMINACIONES EN LA PASTURA	12
2.5.1. <u>Durante el pastoreo</u>	12
2.5.2. <u>Sin pastoreo</u>	13
2.5.3. <u>Seguimiento de la pastura</u>	13
2.6. DETERMINACIONES EN EL ANIMAL	13
2.6.1. <u>Tasa de consumo</u>	13
2.6.2. <u>Consumo diario de materia seca</u>	14
2.6.3. <u>Variables productivas</u>	15
2.6.4. <u>Determinaciones climatológicas</u>	15

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
3. <u>RESULTADOS</u>	17
3.1. CICLO DE PASTOREO 1	17
3.1.1. <u>Índice de temperatura y humedad (ITH) en los momentos de medición de tasa de consumo para el ciclo de pastoreo 1</u>	17
3.1.2. <u>Descripción de la pastura</u>	17
3.1.3. <u>Tasa de consumo y consumo diario de materia seca</u>	18
3.1.4. <u>Producción de leche y sólidos</u>	21
3.2. CICLO DE PASTOREO 2	21
3.2.1. <u>ITH para cada tratamiento en cada turno de pastoreo</u>	21
3.2.2. <u>Descripción de la pastura</u>	22
3.2.3. <u>Tasa de consumo</u>	22
3.2.4. <u>Producción de leche y sólidos</u>	24
4. <u>DISCUSIÓN</u>	25
4.1. CICLO DE PASTOREO 1	25
4.2. CICLO DE PASTOREO 2	29
5. <u>CONCLUSIONES</u>	31
6. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	32

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar y cuantificar la tasa de consumo de materia seca (MS) durante la primer sesión de pastoreo (am y pm), el consumo total diario y la producción diaria de leche de vacas en lactación. Para ello se realizaron tres tratamientos de altura remanente, TC (9 cm), TM (12 cm) y TL (15 cm). El diseño fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones espaciales. El criterio de entrada al pastoreo para cada ciclo de pastoreo (2 ciclos) fue cuando la pastura alcanzaba el estado fenológico de 3 hojas. Se utilizaron 36 vacas en ordeño paridas en otoño 2017, bloqueadas por peso vivo (633 ± 69 Kg), condición corporal (3.1 ± 0.3) y número de lactancias (2.6 ± 0.8). La medición de tasa de consumo se hizo por el método de doble pesaje descrito por Penning y Hooper (1985), se realizó al inicio y fin del ciclo de pastoreo y en cada turno de pastoreo (am y pm), para la primer sesión de pastoreo. Los datos de consumo de MS se estimaron por el método de alcanos. La producción de leche se registró diariamente. Los datos se analizaron con el procedimiento GLIMMIX de SAS y las medias fueron comparadas con el test de Tukey ($\alpha=0,05$). En el ciclo de pastoreo 1 la mayor altura remanente (TL) logró la mayor tasa de consumo (3.1 kgMS/h) y la mayor producción de leche (18.7 l/d) mientras que el consumo de MS fue mayor en TL y TM (18.4 kgMS) que en TC (14.7 kgMS). El TL logró la mejor combinación (tasa de consumo) en la cosecha de forraje que se tradujo en mayor producción de leche con mejor eficiencia de conversión. En el ciclo de pastoreo 2 no se observaron diferencias entre tratamientos en tasa de consumo (1.1 kgMS/h) mientras que la producción de leche fue superior en TL (14.3 l/d) que en TM y TC que no se diferenciaron entre sí. En este ciclo de pastoreo marcado por el estrés térmico y sin diferencias registradas en tasa de consumo el TL logró la mayor producción de leche. La menor intensidad de defoliación reflejó un aumento en la tasa de consumo y el consumo de MS traduciéndose en mayor producción de leche.

Palabras clave: tasa de consumo, interacción planta-animal, pastoreo

INTAKE RATE AND MILK PRODUCTION OF DAIRY COWS UNDER DIFFERENT INTENSITIES OF FESTUCA DEFOLIATION IN SPRING

SUMMARY

The objective of this work was to study and quantify the dry matter consumption rate during the first grazing session (am and pm), the total daily consumption and the daily milk production of lactating cows. For this, three remaining height treatments were carried out, TC (9 cm), TM (12 cm) and TL (15 cm). The design was in randomized complete blocks with 4 spatial repetitions. The entry criterion for grazing for each grazing cycle (2 cycles) was when the pasture reached the phenological state of 3 leaves. 36 milking cows calved in autumn 2017 were used, with live weight (633 ± 69 Kg), body condition (3.1 ± 0.3) and number of lactations (2.6 ± 0.8) blocked. The consumption rate measurement was done by the double weighing method described by Penning and Hooper (1985), it was carried out at the beginning and end of the grazing cycle and in each grazing shift (am and pm), for the first session of grazing. The dry matter consumption data were estimated by the alkane method. And milk production was recorded daily. The data were analyzed with the GLIMMIX model of SAS and the means were compared with the Tukey test ($\alpha = 0.05$). In grazing cycle 1, the increase in the remaining height (TL) achieved the highest consumption rate (3.1 kgMS / hour) and the highest milk production (18.7 l / d), the dry matter consumption was higher in TL and TM (18.4 kgMS) and lower in TC (14.7 kgMS). The TL achieved the best combination in the forage harvest which resulted in the highest milk production with the best conversion efficiency. The grazing cycle 2 had no difference between treatments in consumption rate (1.1 kgMS / hour), milk production was higher in TL (14.3 l / d) and without difference in TM and TC. In this grazing cycle marked by thermal stress and without differences in consumption rate, the TL achieved the highest milk production. The management of defoliation intensity was reflected in the results of this study and in line with the antecedents.

Keywords: consumption rate, plant-animal interaction, grazing

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEO DEL PROBLEMA

Los sistemas de producción lecheros de Uruguay utilizan como principal recurso forrajero las pasturas plurianuales. En los últimos años (período 2004-2015), se ha registrado una importante disminución del área destinada a pasturas plurianuales (332 a 269 miles de ha) y un aumento en el uso del suelo destinados a cultivos forrajeros anuales (92 a 148 miles de ha) (DIEA, 2018).

El aumento de la carga con el objetivo de aumentar la productividad animal por unidad de superficie de los sistemas lecheros puede provocar intensas defoliaciones con un impacto negativo en la cantidad total de forraje producido (García y Fariña, 2010). Los criterios de manejo del pastoreo deben optimizar el balance entre una cosecha suficiente de láminas foliares que permita alimentar adecuadamente a los animales, y dejar una cantidad de biomasa remanente y así alcanzar rápidamente las máximas tasas de crecimiento de la pastura (Chapman, 2016). Las medidas de manejo que se apliquen en el control de la intensidad de defoliación constituyen herramientas relevantes para incrementar la producción y persistencia de forraje, y maximizar la conversión a producto animal (Zibil et al., 2016).

Frente a intensidades de pastoreo diferentes los animales van a tener distintas respuestas en tasa de consumo, por cambios en el tiempo de pastoreo, en la tasa de bocado o en el peso de bocado. Gibb et al. (1997) demostraron que, a mayores intensidades de defoliación, la altura condicionó a una menor tasa de consumo mientras que en intensidades más laxas la tasa de consumo fue mayor y esto llevó a un mayor tiempo dedicado a la rumia. Los trabajos nacionales que evaluaron intensidad de defoliación de 3, 6, 9 y 12 cm en festuca sobre vacas lecheras (Chico et al., 2007, Mattiauda et al, 2009), encontraron una relación positiva dado que a medida que bajó la intensidad de pastoreo aumentó la producción de leche. Con estos antecedentes se planteó este trabajo con el objetivo de explorar una menor intensidad de pastoreo (15 cm de forraje remanente), poniendo foco en la tasa de consumo y producción de leche.

1.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

1.2.1. Consumo en pastoreo

En sistemas pastoriles, el consumo de forraje puede expresarse como el producto de la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo (Allden y Whittaker, 1970). La tasa de consumo a su vez se expresa como el producto del peso de cada bocado individual por el número de bocados por unidad de tiempo. De estos parámetros, el peso de bocado es el factor más determinante en la velocidad de ingestión, haciendo una importante contribución en el consumo diario de forraje (Stobbs, 1973). Por lo tanto, es importante mantener un peso de bocados alto durante el día con el objetivo de alcanzar un mayor consumo de materia seca. Este parámetro es afectado por la estructura de la pastura, donde la altura y la densidad del forraje son los factores más importantes en la definición de la profundidad y área de bocado y consecuentemente del peso de bocado (Hodgson., 1985; Laca et al., 1992; Brereton y McGilloway, 1999). Cangiano et al. (2002) observaron que la altura de la pastura tenía un efecto positivo en la profundidad y peso del bocado, aunque este último diferiría entre especies. Estos hallazgos están en línea con otros autores (Gibb et al., 1997; McGilloway et al., 1999) que identificaron a la altura de la pastura como el principal determinante de la ingesta de materia seca por bocado. En términos de tiempo y costo energético de la prehensión de los bocados, los bocados más grandes se manejan más eficientemente por kg consumido que los bocados más chicos (Tharmaraj et al., 2003).

Existen estudios que se centraron en la relación entre la estructura de la pastura y el consumo de forraje a corto plazo y han demostrado que la biomasa disponible es un determinante clave de la tasa de consumo y, por lo tanto, del rendimiento animal (Laca et al., 1992). De acuerdo con Hodgson (1990), la altura de la pastura es la característica estructural que influye más fuertemente en el peso de bocado y decisiones del animal; por lo tanto, el manejo de la altura de la pastura es crítico para facilitar la ingestión de forraje y alcanzar mayores niveles de consumo del mismo.

En los sistemas de pastoreo rotativo, la estructura de la pastura cambia continuamente a medida que avanza el pastoreo, a través de cambios en la cantidad y calidad asociados al agotamiento del perfil de pastoreo, afectando negativamente el peso del bocado y la tasa de ingestión (McGilloway et al., 1999; Orr et al., 2004). En la medida que se reduce la altura de la pastura, los animales gastan más tiempo en la búsqueda de hojas (Orr et al., 2004). La estructura vertical de la pastura tiene influencia directa en el consumo de forraje por los animales en pastoreo y con ello en la performance animal. En general existe acuerdo para pasturas templadas, que la masa de bocado y la tasa de consumo aumentan con el incremento de la altura de la pastura (Forbes, citado por Faber, 2012).

Carvalho et al., 2013 reportaron una relación contundente entre tasa de consumo y altura de la pastura en *Cynodon sp.* y *Sorghum bicolor*. Mostraron que la tasa de consumo es constante y se logran las mejores respuestas planta-animal, cuando la defoliación es hasta un 40% de la altura de entrada al pastoreo. Cuando se consume más del 40% de la altura de ingreso al pastoreo la tasa de consumo se ve afectada, este fenómeno está asociado con cambios estructurales en la pastura como consecuencia del cambio en la disponibilidad de diferentes partes morfológicas de la planta en horizontes de pastoreo más bajos. Las hojas preferidas se vuelven escasas y el pseudotallo, el tallo y el material muerto se vuelven predominantes en los estratos u horizontes inferiores de pastoreo (Benvenuti et al., 2006; Drescher et al., 2006).

Galli y Cangiano (1998) también evaluaron el efecto de la defoliación progresiva ante variaciones en la estructura de la pastura y observaron disminuciones en el peso de bocado y la tasa de consumo a medida que disminuyó la altura, aunque de menor magnitud en esta última, debido al incremento en la tasa de bocado, pero sin compensar la caída en el peso de bocado por el costo que representa el tiempo de prehensión. En concordancia con Hodgson (1990), que afirma que las modificaciones en la tasa de bocado son en respuesta directa a cambios en la pastura y no a un intento del animal por compensar el menor peso de bocado, ya que el tiempo requerido de prehensión es un costo fijo. Por lo tanto, incrementos en la tasa de bocado, no permiten mantener la velocidad de ingestión frente a una reducción del peso de bocado.

Generalmente hay una relación curvilínea entre la altura del forraje y el peso de bocado, con aumentos sucesivamente menores en el peso de bocado en la medida que la altura del forraje se incrementa. En muchas situaciones la variación en peso de bocado actúa como una compensación parcial y la caída en la altura de la pastura determina caídas en la tasa de consumo. Ante esta situación la principal vía de respuesta por parte de los animales para contrarrestar una baja altura del forraje ofrecido es el aumento del tiempo dedicado a pastorear a lo largo del día. Sin embargo, si la altura del forraje es muy baja el aumento en el tiempo de pastoreo es insuficiente para compensar completamente la caída en la tasa de consumo y el consumo de materia seca se ve disminuido (Chilibroste et al., 2005 y 2015).

Una de las técnicas utilizadas para la estimación de tasa de consumo en pastoreo, es la de doble pesada descrita por Penning y Hooper (1985). En Uruguay Souto (2017) validó la técnica, comparando tasa de consumo de vacas lecheras multíparas y primíparas en pastoreo, destacando la importancia del peso de bocado en el consumo de materia seca en el corto plazo.

1.2.2. Manejo de la intensidad de defoliación y su respuesta en producción

Las mayores presiones de pastoreo obligan al animal a explorar horizontes de pastoreo, donde la relación hoja/vaina-tallo se reduce, disminuyendo la tasa de bocado y peso de bocado (Amaral et al., 2013).

Cuando la altura de la pastura está por debajo de los 6 cm, no se resuelve el consumo con compensación en tiempo de pastoreo y aumento de la tasa de bocado (Chico et al., 2007). Chilibroste et al. (2012) registraron una reducción en la producción de vacas primíparas con asignaciones restrictivas de 9,5 kg MS/v/d (altura remanente 6 cm) y con el consecuente impacto sobre el estado corporal y el reinicio de la actividad ovárica. En razón de estos antecedentes definir la altura de salida de los animales en pastoreo rotativo es tan importante como la altura de entrada (Carvalho et al., 2009).

Amaral et al. (2013) evaluaron diferentes combinaciones de alturas pre y post-pastoreo, donde observaron en raigrás (*Lolium multiflorum*) que con alturas

remanentes de 10 cm se ofrecía una alta proporción de láminas y se lograba una mayor tasa de consumo en relación con una altura remanente de 5 cm.

El conocimiento analítico del proceso de construcción de la producción de pasto y del proceso de cosecha de forraje en pastoreo son fundamentales para avanzar en la comprensión de las relaciones causa-efecto entre plantas y animales. En la Figura 1 está expresado conceptualmente la interacción suelo-clima-planta-animal (Nabinger, C. 2009).

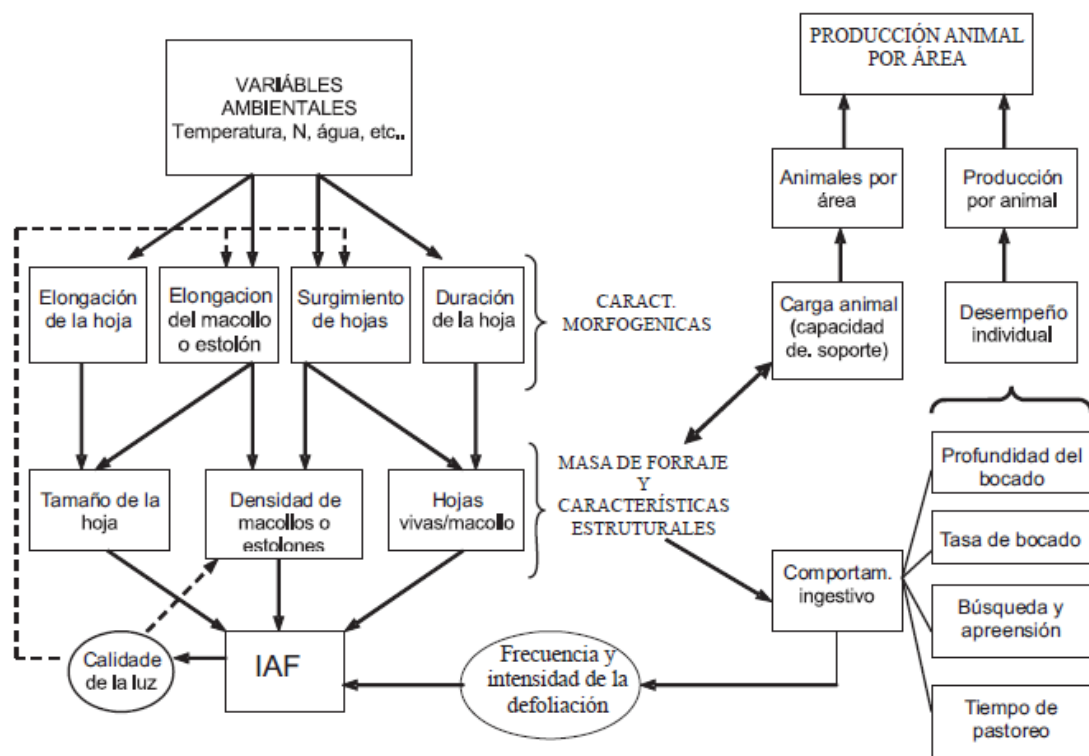


Figura 1. Modelo conceptual de las relaciones suelo-clima-planta-animal (Nabinger, C. 2009).

Este trabajo se ubicó en el modelo conceptual (figura 1), evaluando tasa de consumo, peso de bocado, tasa de bocado y el consumo total de materia seca como resultado de la intensidad de defoliación de la pastura. El resultado de esta interacción tendrá respuesta en producción de leche y sólidos.

El control de la intensidad de defoliación tiene repercusiones a nivel de la pastura, del comportamiento ingestivo y por lo tanto se ve reflejado en la producción de leche. Las intensidades de pastoreo más laxas generarán una mayor heterogeneidad en la pastura, permitiendo una mejor oportunidad de selección de dieta sin

comprometer el consumo a lo largo del pastoreo lo que se verá traducido en producto y bienestar animal.

Los trabajos nacionales y particularmente los del grupo de bovinos de leche de Facultad de Agronomía, Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Paysandú han investigado en la línea de alturas de remanentes obteniendo resultados de mayor producción animal y tendencia de mayor producción de la pastur a mayores alturas de remanente (rangos de 3 a 12 cm de forraje residual). En la figura 2 se ve la serie de experimentos que se han llevado a cabo y sus principales resultados.

Antecedentes Nacionales en manejo de intensidad de defoliación	
Zibil et al. (2016)	Control Intensidad Defoliación (ID) sobre producción y desaparición de forraje Trat: Entrada (E) 15-20 cm y Salida (S) 5-7 cm en rotación de pasturas 1, 2 y 3 año y verdeos de invierno (VI). El control de la E y S se tradujo en mayor producción de pastura, tasa de crecimiento.
Chico et al. (2007)	Trat: 3 cm, 6 cm, 9 cm y 12 cm salida/Pastura base de festuca Efecto sobre el comportamiento ingestivo, producción de leche, selectividad de estratos (altos y bajos) y especies (gramínea vs leguminosa) ID menor (12 cm): se encontraron mejoras en la estabilidad en la producción de forraje y leche.
Soca et al. (2009)	Trat: 3 cm, 6 cm, 9 cm y 12 cm salida/Pastura a base de festuca Trat: 12 cm Tendencia a incrementar la producción de forraje y leche.
Mattiauda et al. (2009)	Trat: 6 cm, 9 cm y 12 cm, logrado con cambios en suplementación / Pastura a base de festuca Trat: 12 cm tuvo una tendencia a incrementar la Producción de leche.
Faber et al. (2012)	ID trat: 6, 9 y 12 puntos de plato Objetivo: Describir la heterogeneidad y estructura de parches de pastoreo y selectividad de vacas lecheras en pastura a base de festuca Selección de parches altos en todas las intensidades de defoliación.

Figura 2. Resultados de investigación nacional.

Zibil et al. (2016) estudiaron a nivel de sistemas comerciales el efecto del control de la altura de entrada (E) y salida (S) del pastoreo. El control de E y S se tradujo en

mayor producción de forraje y tasa de crecimiento. Este trabajo se realizó entre el año 2003 a 2005 y fue el trabajo que dio lugar a los trabajos posteriores en alturas remanentes de pastoreo.

Chico et al. (2007) y Soca et al. (2009) estudiaron el efecto en la pastura y en la producción de leche de cuatro intensidades de pastoreo (3, 6, 9 y 12 cm de forraje residual), los tratamientos se lograron mediante el ajuste de la oferta de forraje y área de pastoreo. Los resultados principales de estos trabajos marcaron que a menor intensidad de pastoreo hay mayor estabilidad en la producción de forraje y producción de leche.

Mattiauda et al. (2009) y Faber et al. (2012) siguiendo la línea de investigación anterior trabajaron con alturas remanentes post-pastoreo (6, 9 y 12 cm), en estos casos las alturas de cada tratamiento se lograron con la misma área, variando la suplementación o la carga animal, respectivamente. Los resultados indican la misma tendencia que los trabajos previos, donde a menor intensidad de pastoreo los animales probablemente maximizaron la tasa de consumo, mediante la selección de aquellas estructuras de la pastura con mayor altura, número y peso de macollos y mayor largo de láminas, logrando una mayor producción de leche. Faber et al. (2012) mostraron como las diferentes intensidades de pastoreo modifican la estructura de los macollos, donde a menores intensidades encontraron menos macollos de mayor tamaño y en mayores intensidades se encuentran mayor cantidad y de menor peso cada macollo.

En línea con estos antecedentes en este trabajo se estudió el efecto integrado de la intensidad de defoliación sobre tasa de consumo, consumo diario de forraje y producción de leche.

1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.3.1. Hipótesis

La intensidad de defoliación más laxa logrará una mayor tasa de consumo en la primer sesión de pastoreo (am y pm) con sesiones de pastoreo mas cortas debido a un mayor peso de bocado.

La mayor tasa de consumo de la primer sesión de pastoreo resultará en un mayor consumo diario y producción de leche respecto a intensidades de defoliación mayores.

1.3.2. Objetivo general

Estudiar y cuantificar la tasa de consumo de materia seca durante la primer sesión de pastoreo (am y pm), el consumo total diario y la producción diaria de leche de vacas en lactación expuestas a diferentes intensidades de defoliación de festuca.

1.3.3. Objetivos específicos

Determinar si la tasa de consumo en la tarde es mayor que en la mañana para todas las intensidades de defoliación y entender los mecanismos que la pueden estar determinando.

Estimar el consumo total de materia seca para las distintas intensidades de defoliación.

Estudiar el efecto de las diferentes intensidades de defoliación en producción y composición de la leche.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía-UDELAR, ubicada en la ruta 3 km 363.5 Paysandú, Uruguay (32° 22`S-58° 03`W). Este experimento se enmarcó en el proyecto Red Tecnológica Sectorial (RTS), en el período abril-diciembre del año 2017.

2.2. PASTURA

Se utilizó una pastura base festuca cv. Fortuna (*Festuca arundinacea* Schreb) de 2do año implantada en el potrero 7A perteneciente al área vaca masa de la superficie lechera.

Previo al comienzo del experimento se hizo análisis de suelo para caracterizar el aporte de macronutrientes del suelo. Se analizó materia orgánica (3.6%), fósforo Bray I (13 ppm), potasio intercambiable (0.52 meq. K/100g) y nitratos (3 ppm N-NO₃). En base a estos resultados el 13/03/2018 se aplicó 37 kg de N/ha.

Durante el experimento se hicieron aplicaciones de nitrógeno para que este no sea limitante. Los momentos de aplicación fueron junio 37 kg de N/ha luego del 2do pastoreo (período 1), agosto 32 kg de N/ha luego del 1er pastoreo (control temprano de floración), septiembre 70 kg de N/ha después 2do pastoreo (control temprano de floración), en setiembre (previo al inicio del período 2) 46 kg de N/ha y noviembre después del 1er pastoreo 46 kg de N/ha (período 2).

2.3. ANIMALES

Se utilizaron 36 vacas en ordeño de partos de otoño 2017, que fueron bloqueadas (30 días previo al parto) por fecha probable de parto (FPP), peso vivo (PV), condición corporal (CC) y número de lactancias (NL).

La fecha promedio de parto fue el 12 de marzo (± 7 d), con un PV de 633 ± 69 kg y CC al parto (Edmonson et al., 1989) de 3.1 ± 0.3 . El promedio de NL de las vacas

fue 2.6 ± 0.8 en las cuales hubo primíparas y multíparas. En el inicio del período 2 el PV era de 618 ± 48 kg y la CC de 2.8 ± 0.2 .

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones espaciales. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 0,2 ha y fueron pastoreadas, cada una de ellas, por 3 vacas (Figura 3).

El período experimental se dividió en 2 períodos. El período 1 desde el 5 de abril al 7 de julio y el período 2 desde el 23 de octubre al 21 de diciembre. Entre el fin del período 1 e inicio del período 2 se realizó el control temprano de floración (CTF), con el objetivo de evitar la floración de la pastura y por esta vía lograr un horizonte de pastoreo más vegetativo en el período 2.

Los tratamientos se definieron por la altura remanente post-pastoreo. Para el período 1 las alturas remanentes fueron 6, 9 y 12 cm y en el período 2 fueron 9, 12 y 15 cm para control (TC), medio (TM) y laxo (TL), respectivamente. El criterio de entrada a pastorear fue igual para todos los tratamientos: estado de 3 hojas (Fulkerson y Donaghy, 2001) o 18-20 cm de altura de canopeo, resultando del promedio de los 4 bloques para cada tratamiento.

En el CTF el pastoreo fue más intenso (5 cm remanente) y más frecuente (2.5 estado de hoja para el ingreso), para así lograr un mayor control de la inducción floral. Se utilizaron 50 vaquillonas holando (alta carga instantánea). Se hicieron 2 pastoreos después de finalizado el ciclo de pastoreo 1, en cada tratamiento, el 1er pastoreo fue del 26/07 al 1/08 para el TL, 7 al 15/08 para el TM y 16 al 18/08 para el TC. Para el 2do pastoreo las fechas fueron 12 al 15/09, 18 al 22/09 y 25 al 28/09, para TL, TM y TC respectivamente.

Para verificar la hipótesis planteada se trabajó durante el período 2 del experimento en el cual se concretaron 2 ciclos de pastoreos: ciclo de pastoreo 1 (26 al 31/10, 1 al 6/11 y 8 al 14/11, para TL, TM y TC respectivamente) y ciclo de pastoreo 2 (5 al 7/12, 11 al 13/12 y 19 al 21/12, para TL, TM y TC respectivamente). Los resultados están basados en el ciclo de pastoreo 1 y 2 del período 2.



Figura 3. Ubicación espacial de las parcelas experimentales.

Cuadro 1. Manejo de la altura remanente en los tratamientos (TC, TM y TL) a lo largo del experimento.

	Período 1				CTF		Período 2				
Meses	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Tratamientos											
TC	6 cm				5 cm		9 cm		---	---	
TM	9 cm						12 cm		---	---	
TL	12 cm						15 cm		---	---	

En el período 1, el tiempo de acceso a la pastura fue de 6 h, desde las 8:00 am hasta las 2:00 pm, con una relación forraje:concentrado de 60:40. Durante el período 2, la pastura fue la única fuente de alimento, el tiempo de acceso a la misma fue de 16 h en dos turnos de pastoreo desde las 8:00 am hasta las 2:00 pm y desde las 5:00 pm hasta 3:00 am.

2.5. DETERMINACIONES EN LA PASTURA

2.5.1. Durante el pastoreo

Se registro la altura de regla utilizando como referencia la primer hoja que hace contacto (30 puntos/parcela) y altura comprimida (Rising Plate Meter [RPM]-60

puntos/parcela) de entrada y salida de cada día de pastoreo en las transectas previamente marcadas.

2.5.2. Sin pastoreo

Semanalmente se monitoreo altura (regla y RPM) y estado de hoja como describen Fulkerson & Donaghy (2001).

2.5.3. Seguimiento de la pastura

Quincenalmente se calibró el RPM y regla para estimar biomasa disponible de forraje (kgMS/ha), utilizando la técnica de doble muestreo de Haydock y Shaw (1975). Se determinan cinco escalas visualmente por altura y densidad y se cortó a ras del suelo tres repeticiones de cada escala, se utilizó un cuadro de 30*34 cm. Las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 60°C durante 72 horas para la determinación de MS. Luego se determinó la relación entre altura de plato y regla con la cantidad de forraje disponible (kgMS/ha). Con esto obtuvimos semanalmente la tasa de crecimiento de la pastura y biomasa disponible a inicio y fin de cada ciclo de pastoreo.

2.6. DETERMINACIONES EN EL ANIMAL

2.6.1. Tasa de consumo

Para estimar el forraje cosechado al inicio y final de cada ciclo de pastoreo durante la primera sesión de pastoreo (matutina y vespertina en el período 2) se utilizó la técnica de doble pesada descrita por Penning and Hooper (1985). Se cuantificaron las pérdidas de peso insensibles, para corregir el consumo de forraje (Gibb, 1998). Se hizo previo a cada turno de pastoreo, porque, según Gibb et al. (1995) las condiciones ambientales tienen efecto sobre estas, aumentando las mismas cuando aumenta la temperatura y humedad. Los animales permanecieron en un corral sin agua y sin alimento por 45 minutos. Para el pesaje de los animales se utilizó una balanza de ganado de 0 a 700 kg con una precisión de 50 g conectada a una computadora portátil. Mediante el software Hyperterminal se registraron y guardaron

los datos de pesos estables durante 1 minuto para obtener una medida precisa del peso (kg) de cada animal. Esta balanza se localizaba dentro de una casilla cerrada para evitar variaciones de peso por viento, debido a su sensibilidad.

Durante la sesión de pastoreo, se registró la tasa de bocado (bocados/minuto) cada 5 minutos mediante observación visual con observadores previamente entrenados. En el transcurso de la sesión de pastoreo se tomaron muestras del material cosechado por cada animal, mediante la técnica de hand-clipping (Coates y Penning, 2000) para cuantificar el contenido de materia seca necesaria para calcular el peso de bocado.

Para esta medición se utilizaron 6 animales por tratamiento correspondientes a 2 bloques, debido a la distancia que se encontraba la balanza y la mano de obra disponible.

En el ciclo de pastoreo 1 se midió al inicio y fin del ciclo de pastoreo, en el ciclo de pastoreo 2 se midió al final del ciclo de pastoreo.

2.6.2. Consumo diario de materia seca

El consumo de materia seca se estimó a través de la técnica de n-alcanos utilizando el enfoque del doble alcano (Dove & Mayes, 2006). Durante 10 días del período 2 de evaluación y ciclo de pastoreo 1. Se utilizaron 27 vacas (3bloques*3tratamientos*3vacas/tratamiento) que fueron dosificadas durante el ordeño am y pm, con pellets de celulosa impregnados con dotriacontano (C32) y hexatriacontano (C36) con 350 y 200 mg/pellets, respectivamente. El C32 proporciona la producción fecal diaria del animal y el C36 la digestibilidad de la dieta. Los primeros cuatro días permiten la estabilización de la concentración del indicador en el sistema digestivo y en las heces, mientras que a partir del 5° día se colectaron muestras de heces previo a la dosificación. Las muestras fueron congeladas inmediatamente, posteriormente se compusieron en una muestra por vaca y secaron en estufa de aire forzado a 60°C por 120hs. Después fueron molidas a 1 mm para su posterior análisis.

Para la evaluación de la calidad del forraje consumido por el animal, se colectaron muestras de la pastura a través de la técnica de hand-clipping (Coates y Penning, 2000), del 5° al 10° día de dosificación. En la primer sesión de pastoreo de la mañana

y tarde, se observó el comportamiento de pastoreo del animal y se colectaron aproximadamente 500 g de muestra, representando el forraje cosechado por los animales. El muestreo se realizó individual para cada animal.

Las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 60°C por 72hs y molidas a 1 mm para su análisis químico. En cada muestra se determinó el contenido de MS, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y n-alcanos.

Las determinaciones de alcanos del forraje y de las heces se realizó según el protocolo propuesto por Dove & Mayes (2006) a través de cromatografía gaseosa en el laboratorio de Nutrición Animal de Embrapa Pecuária Sul–Bagé, RS, BR.

En el ciclo de pastoreo 2 no se midió consumo diario, debido a la restricción en días de pastoreo.

2.6.3. Variables productivas

La producción de leche se registró diariamente a lo largo de todo el período experimental de forma individual para cada animal. Para el análisis de composición de leche (grasa, proteína y lactosa) se tomaron muestras al tercer día de ocupación de cada ciclo de pastoreo, también de forma individual. Por este motivo no fue posible analizar la interacción Tratamiento*Momento durante el ciclo de pastoreo.

El peso vivo y condición corporal se registró mensualmente durante la duración del experimento.

2.6.4. Determinaciones climatológicas

Para el cálculo del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Thom, 1959) se utilizaron registros horarios, para cada ciclo de pastoreo, se tomó los datos por momento de medición y turno de la estación meteorológica automática ubicada en el Parque Agrometeorológico de la EEMAC.

Los datos de temperatura y humedad del aire de la estación meteorológica automática con los sensores ubicados al abrigo meteorológico a 1.5m de altura (WeatherLink 6.0.3). El ITH fue calculado usando la conversión de Valtorta y Gallardo (1996).

$$ITH = (1.8 Ta + 32) - (0.55 - 0.55 HR) \times (1.8 Ta - 26)$$

donde:

Ta = Temperatura del aire (°C)

HR = Humedad relativa del aire (%)

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental fue de bloques completos al azar. La unidad experimental es la parcela. Los animales fueron considerados como unidades de muestreo de cada parcela de pastoreo.

Las variables consumo diario, tasa de consumo y producción de leche se analizaron con un modelo de medidas repetidas en el tiempo con tratamiento (Trat), momento (Mom), turno (Turno), Trat*Mom y Trat*Turno como efectos fijos y bloque espacial como efecto aleatorio utilizando PROC GLIMMIX de SAS (SAS Institute, Cary, NC, 2014) y las medias fueron comparadas con el test de Tukey ($\alpha = 0,05$). El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + \beta_j + M_k + A_m + (T*M)_{ik} + (T*A)_{im} + \epsilon_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijk}: variable de respuesta

μ : Media general

T_i: Efecto tratamiento; i= 1, 2, 3 tratamientos

β_j : Efecto del bloque espacial; j= 1, 2 bloques.

M_k: Efecto del momento de pastoreo; k= inicio, final momento

A_m: Efecto del turno de pastoreo; m= AM, PM turno

(T*M)_{ik}: interacción tratamiento*momento

(T*A)_{im}: interacción tratamiento*turno

ϵ_{ijklm} : Efecto del error experimental

3. RESULTADOS

3.1. CICLO DE PASTOREO 1

3.1.1. Índice de temperatura y humedad (ITH) en los momentos de medición de tasa de consumo

En el cuadro 2 se muestran los valores de ITH obtenidos para cada tratamiento y cada momento de medición.

Cuadro 2. Valores de ITH para cada tratamiento por turno en el inicio y fin del ciclo de pastoreo 1.

	Turno	TC	TM	TL
Fecha Inicio		27/10	2/11	9/11
	AM	61	63	60
	PM	76	65	62
Fecha Final		31/10	6/11	14/11
	AM	64	60	60
	PM	83	75	73

Al inicio del ciclo de pastoreo el ITH se encontró por debajo del nivel crítico establecido (72), exceptuando el TC en el turno PM (76) que superó el nivel crítico donde se empieza a perjudicar la producción animal. En el final del ciclo de pastoreo en el turno AM el ITH fue de 61 en promedio y para el turno PM se superó el nivel crítico para todos los tratamientos con un mayor estrés en TC (83=emergencia).

3.1.2. Descripción de la pastura

La biomasa disponible a la entrada del pastoreo fue en promedio 2608 kgMS/ha sin diferencias entre tratamientos ($p>0.05$). La biomasa de salida no resultó diferente entre tratamientos, siendo el promedio 1656 kgMS/ha ($p>0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Biomasa y altura al inicio y final del ciclo de pastoreo 1.

		TC	TM	TL	EE	P valor
Biomasa (kgMS/ha)	Entrada	2594	2416	2814	226	ns
Biomasa (kgMS/ha)	Salida	1706	1607	1656	147	ns
Altura (cm)	Entrada	17.7	20.5	17.9	1.18	ns
Altura (cm)	Salida	8.8c	12.4b	13.3a	0.27	<0.01

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$). ns: no significativo. EE: error estándar.

La altura de entrada (18.7 cm) al pastoreo no fue diferente entre tratamientos, $p > 0.05$. En la altura de salida del pastoreo se detectó efecto de los tratamientos siendo diferentes entre ellos ($p < 0.01$). En TL se bajó la altura más de lo esperado (esto fue debido a que los días de pastoreo se fijaron previamente para completar la medición de consumo diario), existiendo diferencias con TM y TC (Cuadro 3).

La biomasa en relación a la altura en la entrada al pastoreo no fue diferente, pero si lo fue en la salida del pastoreo. El TL tuvo un 50% más de altura que TC, con la misma biomasa.

3.1.3. Tasa de consumo y consumo diario de materia seca

En el cuadro 4 se muestran las medias y error estándar para tasa de consumo, largo primer sesión de pastoreo, tasa de bocado, peso de bocado y consumo durante la primer sesión de pastoreo.

Cuadro 4. Medias y error estándar (EE) de tasa de consumo y las variables que la determinan.

	TC	TM	TL	EE
Tasa consumo (kgMS/hora)	1.9b	2.3b	3.1a	0.28
Largo primer sesión (min)	120	100	106	13.2
Tasa bocado (bocados/min)	34b	41a	40ab	2
Peso bocado (g)	0.9b	0.9b	1.3a	0.07
CMS primer sesión (kgMS)	3.6b	3.8ab	5.4a	0.43

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$). EE: error estándar.

En el cuadro 5 se ven los resultados del análisis estadístico en el largo de la primer sesión de pastoreo, tasa de bocado, peso de bocado, tasa de consumo, y consumo durante la sesión de pastoreo.

Cuadro 5. Variables de tasa de consumo para el ciclo de pastoreo y sus efectos.

	p valor				
	Trat.	Turno	Mom	Trat*Turno	Trat*Mom
Tasa Consumo (kgMS/hora)	<0.01	ns	ns	ns	ns
Largo primer sesión (min)	ns	ns	0.02	ns	ns
Tasa Bocado (bocados/min)	0.04	ns	ns	ns	ns
Peso bocado (g)	<0.01	ns	ns	ns	ns
CMS primer sesión (kgMS)	0.02	0.03	ns	ns	ns

ns: no significativo.

No se encontraron diferencias entre tratamientos en el largo de la primer sesión de pastoreo (promedio=107 minutos), aunque sí se registraron diferencias en el momento (inicio y fin) del ciclo de pastoreo (cuadro 5) donde al final del período de ocupación de las parcelas dedicaron un 25% más de tiempo que al inicio del período de ocupación.

El TL logró la mayor tasa de consumo (kgMS/hora), obteniendo 1 kgMS/h más que TC y TM ($p < 0.01$). El largo de la primer sesión de pastoreo no fue diferente entre tratamientos ($p > 0.05$), encontrando diferencias ($p < 0.05$) en el momento del ciclo de pastoreo con un mayor tiempo al final del mismo (120 min) respecto al inicio (95

min). La tasa de bocado fue diferente entre TM y TC ($p < 0.05$) y sin diferencias de TL con TC y TM. Para la variable peso de bocado se encontró diferencia ($p < 0.01$) donde TL logró cosechar 1.3 g/bocado respecto a los 0.9 g/bocado de TM y TC. El CMS de la primer sesión de pastoreo fue diferente entre los tratamientos extremos TL y TC ($p < 0.05$) sin diferencias con el tratamiento intermedio (TM). Para esta variable se dieron diferencias en el turno de pastoreo, 3.7 y 4.8 kgMS para AM y PM respectivamente sin interacción Trat*Turno y Trat*Mom (cuadro 4). En las interacciones Trat*Turno y Trat*Mom no se encontraron efectos de las interacciones ($p > 0.05$), en ninguna de las variables estudiadas (cuadro 5).

En el Cuadro 6 se presenta el consumo diario de forraje y variables de calidad del forraje consumido. El consumo diario de forraje fue mayor para TL y TM vs TC, TC consumió un 20% menos que TL. La digestibilidad del forraje consumido fue superior para TM y TL con un 61.4 %, en comparación con un 53.9% de TC.

Cuadro 6. Consumo diario de forraje del ciclo de pastoreo 1.

	TC	TM	TL	p-valor
Consumo de MS (kg/d)	14.7b	18.4a	18.4a	<0.05
Digestibilidad (%)	53.9b	60.3a	62.5a	<0.01
Proteína cruda (%DM)	11.3b	12.0b	12.7a	<0.01
FDN (%MO)	56.1b	55.8b	58.1a	<0.01
FDA (%MO)	31.7	30.7	30.7	=0.06

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

La digestibilidad de TL y TM fue en promedio 61.4% siendo 17% superior a TC. La proteína cruda cosechada fue 9% superior en TL respecto a TM y TC. Para FDA si bien no se detectaron diferencias estadísticas, se puede resaltar una tendencia en mayor % FDA para TC.

3.1.4. Producción de leche y sólidos

En el cuadro 7 se presenta la producción de leche en l/d y contenido de sólidos en %. La producción de leche fue diferente entre tratamientos ($p < 0.01$), destacándose TL que logro 5.6 l/d más que TC y 2.5 l/d más que TM. En composición de sólidos no se encontraron diferencias entre tratamientos, las medias fueron 3.9; 3.4 y 4.6% para contenido de grasa, proteína y lactosa, respectivamente. En composición no se evaluó la interacción Trat*Mom dado que sólo se tomaron muestras en una oportunidad durante el ciclo de pastoreo.

Cuadro 7. Producción de leche y concentración de sólidos del ciclo de pastoreo 1.

	TC	TM	TL	EE	p-valor
Leche (l/d)	13.1c	16.2b	18.7a	0.55	<0.01
Grasa (%)	3.88	4.06	3.79	0.30	ns
Proteína (%)	3.48	3.29	3.3	0.25	ns
Lactosa (%)	4.51	4.65	4.72	0.01	ns

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$). ns: no significativo.

En producción de leche fue evaluada la evolución durante el ciclo de pastoreo, para este caso se tomó como inicio (1°-2° día de pastoreo), medio (3°-4° [TL y TM] y 3°-4°-5° [TC] días de pastoreo que coinciden con el muestreo de leche) y fin (5°-6° [TL y TM] y 6°-7° [TC] días de pastoreo). La producción de leche fue 16.9, 16.2 y 14.8 litros diarios para inicio, medio y fin ($p < 0.05$). Los datos de producción diaria de leche de inicio y fin se corresponden con los días de medición de tasa de consumo.

3.2. CICLO DE PASTOREO 2

3.2.1. ITH para cada tratamiento en cada turno de pastoreo

En el turno AM no hubo problemas de estrés térmico en el ciclo de pastoreo para los tratamientos. El turno PM se ubicó por encima del nivel crítico (72) llegando a valores de ITH que comprometen mucho la producción y el bienestar animal (cuadro 8). Este ITH del turno PM (nivel de emergencia) se tradujo en un atraso de la sesión de pastoreo en promedio de 75 minutos para TL, TM y TC.

Cuadro 8. Valores de ITH para cada tratamiento por turno en el fin del ciclo de pastoreo 2.

	Turno	TC	TM	TL
Fecha		20/12	12/12	6/12
	AM	64	66	66
	PM	81	81	79

3.2.2. Descripción de la pastura

En el cuadro 9 se presenta las condiciones de la pastura a la entrada y salida del ciclo de pastoreo. A la entrada no se encontró diferencia en la biomasa entre tratamientos ($p>0.05$), pero si diferencias en altura donde TL fue mayor que TM y TC ($p<0.01$). En la salida del ciclo de pastoreo si se registró diferencias entre tratamientos tanto para biomasa como para altura, con TL superior a TM y TC ($p<0.01$).

Cuadro 9. Biomasa y altura al inicio y final del ciclo de pastoreo.

		TC	TM	TL	EE	P valor
Biomasa (kgMS/ha)	Entrada	2562	2536	2971	153	ns
Biomasa (kgMS/ha)	Salida	1820b	2064b	2794a	140	<0.01
Altura (cm)	Entrada	11.2c	13.3b	13.9a	0.40	<0.01
Altura (cm)	Salida	5.6b	4.7b	11.8a	0.94	<0.01

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p<0.05$). ns: no significativo. EE: error estándar.

3.2.3. Tasa de consumo

En el cuadro 10 se muestran las medias y error estándar para la tasa de consumo, largo primer sesión de pastoreo, tasa de bocado, peso de bocado y consumo primer sesión de pastoreo.

Cuadro 10. Medias y error estándar de tasa de consumo y las variables que la determinan.

	TC	TM	TL	EE
Tasa Consumo (kgMS/hora)	0.9	1.1	1.2	0.6
Largo primer sesión (min)	123	103	81	10
Tasa Bocado (bocados/min)	36	35	38	2.4
Peso bocado (g)	0.4	0.5	0.6	0.1
CMS primer sesión (kgMS)	1.8	1.8	1.6	0.3

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$). EE: error estándar.

El cuadro 11 muestra el resultado del análisis estadístico de tasa de consumo, largo de la primer sesión de pastoreo, tasa de bocado, peso de bocado y consumo durante la sesión de pastoreo.

Cuadro 11. Variables de tasa de consumo para el ciclo de pastoreo.

	p valor		
	Trat.	Turno	Trat*Turno
Tasa Consumo (kgMS/hora)	ns	ns	ns
Largo primer sesión (min)	ns	<0.01	ns
Tasa Bocado (bocados/min)	ns	0.04	ns
Peso bocado (g)	ns	ns	ns
CMS primer sesión (kgMS)	ns	0.02	ns

ns: no significativo.

El cuadro 10 presenta los resultados de tasa de consumo (kgMS/hora) donde no se encontraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$), siendo la media de 1.1 kgMS/hora. El largo de la primer sesión de pastoreo no fue diferente entre tratamientos, sin embargo hubo efecto del turno de pastoreo ($p < 0.05$) para la primer sesión, donde las sesiones fueron de 172 (± 8) y 73 (± 11) minutos para AM y PM respectivamente. Para la tasa de bocado no se encontraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$) en la media de las sesiones, aunque si se detectaron diferencias entre el turno AM y PM (35 y 37 \pm 2.4; respectivamente). El peso de bocado (0.5 g/bocado) no fue diferente entre tratamientos ($p > 0.05$). En el CMS de la primer sesión de pastoreo no se encontraron diferencias en los tratamientos ($p > 0.05$), si

hubo diferencia entre turnos, donde el turno AM logró 1 kgMS más que en el turno PM.

3.2.4. Producción de leche y sólidos

Cuadro 12. Producción de leche y concentración de sólidos del ciclo de pastoreo 2.

	TC	TM	TL	EE	p-valor
Leche (l/d)	10.8b	11.5b	14.3a	0.76	<.0001
Grasa (%)	4.5	4.7	5.4	0.30	ns
Proteína (%)	4.0	3.8	3.4	0.24	ns
Lactosa (%)	4.1	4.1	4.7	0.09	ns

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$). EE: error estándar. ns: no significativo.

El cuadro 12 muestra que la producción de leche (l/d) fue 28% mayor ($p < 0,01$) en TL vs TM y TC. En el porcentaje de sólidos no se encontraron diferencias entre tratamientos, $p > 0,05$.

4. DISCUSIÓN

En términos generales los resultados obtenidos permiten verificar la hipótesis formulada en este trabajo. La discusión se presentará para cada ciclo de pastoreo y al final comentarios generales de los dos ciclos de pastoreo.

4.1. CICLO DE PASTOREO 1

La biomasa (kgMS/ha) y altura (cm) de entrada no fueron diferente entre tratamientos lo que está en línea con lo presentado en experimentos del grupo de investigación de EEMAC (Chico et al. 2007, Soca et al. 2009, Mattiauda et al. 2009, Faber, 2012). Esta relación biomasa-altura encontrada se puede relacionar con los resultados de Faber (2012) donde a menor altura de pastoreo encontró mayor número de macollos y de menor tamaño y a mayor altura de pastoreo se redujo el número de macollos y fueron de mayor tamaño. Esto sugiere lo que pudo pasar con la relación biomasa-altura donde no encontramos diferencias en biomasa entre las alturas de remanentes.

Las alturas del remanente de los tratamientos se cumplieron para TC y TM, pero no para TL que tuvo valores por debajo del objetivo: TL=13 cm en lugar de los 15 cm propuestos en el experimento (esto fue debido a tener preestablecidos los días de pastoreo para completar la medición de consumo diario). Si calculamos la proporción de lo consumido respecto al inicio del pastoreo, el consumo fue de 50, 40 y 26% para TC, TM y TL; respectivamente. Carvalho et al. (2009) encontraron los mejores resultados en producción animal y tasa de consumo con defoliaciones hasta 40% de la altura de inicio y post pastoreo, confirmando los resultados obtenidos de los tratamientos TM y TL de este estudio. En este experimento la mejor tasa de consumo y respuesta animal se logró en el tratamiento más laxo, quedando la incógnita de que hubiese pasado si la altura de TL fuera 15 cm como se planteó en el diseño original.

La biomasa de salida no fue diferente entre tratamientos, posiblemente por la plasticidad fenotípica que responde a defoliaciones frecuentes e intensas a través de una reducción en el tamaño de los macollos individuales, lo cual puede estar

acompañado por un incremento en la densidad de macollos cuando las condiciones ambientales y de desarrollo de la pastura es favorable. Si bien se respetó la frecuencia de pastoreo (altura y estado fisiológico), la mayor intensidad en TC pudo generar macollos más chicos siendo compensados por un mayor número de macollos, permitiendo mantener similar biomasa residual entre tratamientos a pesar de las diferencias en altura de salida (Faber, 2012). El tratamiento TL con una altura 50% superior a TC resultó en una misma biomasa de salida del pastoreo que TC, esto afianza que al generar distintas estructuras de la pastura (altura de remanente) esta se adapta modificando su crecimiento de cada parte de la planta (Faber, 2012).

No obstante, igual se observaron diferencias significativas en tasa de consumo (kgMS/hora) a favor de TL con un incremento lineal entre TC, TM y TL. Este hallazgo está en línea con antecedentes experimentales en diferentes especies forrajeras en las que se evaluaron distintas alturas de remanente (Barret et al. 2001, Ganche et al. 2014, Mezzalira et al. 2014, Gibb et al. 1997, Amaral et al. 2013). Para el tratamiento TC la tasa de consumo del turno PM fue un 53% mayor que en el turno AM relacionado a los antecedentes encontrados, pero para TM y TL la tasa de consumo no fue diferente entre turnos (AM y PM). Esto sugiere que manejando alturas remanentes mayores el consumo durante el día es más homogéneo, pudiéndose traducir en una mejora en el suministro de nutrientes que se puede convertir en mayor producción de leche.

El largo de la primer sesión de pastoreo no fue diferente entre tratamientos (cuadro 4), con un aumento del tiempo hacia el final del ciclo de pastoreo (95 min al inicio vs 120 min al final del ciclo de pastoreo) que va en línea con la menor altura de pastoreo residual en los tratamientos. Esto concuerda con lo descrito por Chilibroste et al. 2005 y 2015 donde a menor altura de la pastura el mecanismo de compensación que toma mayor importancia es el aumento del tiempo de pastoreo cuando la tasa de bocado no compensa la caída en tasa de consumo.

En cuanto a la tasa de bocado, en TC no se reflejó el aumento esperado de la tasa de bocado (Gibb et al., 1997, Chilibroste et al., 2005 y 2015, Mezzalira et al., 2014) en compensación del menor peso de bocado y/o menor altura de la pastura. Entonces se podría explicar por una altura limitante, asociado a un bajo % de cobertura verde

(43%; Favaro y De Mattos, 2019) y bajo % de festuca (25%; Favaro y De Mattos, 2019) al final del ciclo de pastoreo y en igual proporción para los tres tratamientos. El otro componente que pudo influenciar en la no compensación a través de la tasa de bocado en TC es el mayor ITH (83) al que se vio enfrentado este tratamiento al final del ciclo de pastoreo, modificando el comportamiento con una menor actividad para compensar el estrés calórico.

El impacto del peso de bocado en la tasa de consumo es el de mayor importancia y determinante del consumo total (Stobbs, T. H. 1973), asociado a la altura de la pastura y la densidad de esta (Chilibroste et al. 2005 y 2015). En este trabajo se logró estimar el peso de bocado (Inicio y Fin del ciclo de pastoreo) para las intensidades estudiadas, encontrando en TL el mayor peso de bocado sin diferencia entre TC y TM. Esta no diferencia entre TC y TM en el peso de bocado se dio por un mayor contenido de materia seca cosechada en TC, por lo que con un menor peso de bocado (base fresca) logró el mismo peso de bocado que TM.

Se destaca el consumo de materia seca de la primer sesión de pastoreo que fue un 34% superior para TL en comparación con TC. Al analizar el consumo durante la primer sesión de pastoreo TC y TL reflejaron lo esperado, o sea un mayor consumo en el turno PM; mientras que TM mantiene el mismo consumo en ambos turnos (3.8 kgMS/turno), mostrando una estrategia de pastoreo distinta a TC y TL. Esta estrategia de TM resultó en un consumo diario igual a TL, pero con un posible mayor gasto energético en la cosecha de forraje, por lo que el resultado fue una menor producción de leche.

En el turno PM el tratamiento TC consumió 4.7 kgMS que representó un 18% más que en el turno AM mientras que TL registró un consumo de 6 kgMS en el turno PM que representó un 28% más de consumo respecto al registrado en AM. Este comportamiento es un resultado esperado, posiblemente explicado por una mejora en la composición química de la pastura (Orr et al., 1997, Gibb et al., 1998) y/o evasión de predadores en la noche (Gregorini et al., 2006a). Menegazzi et al. (2020) observaron que TM exhibió el mayor tiempo diario dedicado al pastoreo con igual asignación de tiempo entre sesiones de pastoreo, donde esta diferencia se da principalmente en el inicio del ciclo de pastoreo.

El consumo de materia seca de la primer sesión de pastoreo (AM + PM) explicó el 58%, 41% y 50% del consumo diario de materia seca para TL, TM y TC, respectivamente. Esto lleva a que para TL y TC la primer sesión de cada turno define la mayor proporción del consumo total. Penning et al. (1991) describió para ovejas que el consumo en la tarde-noche (4 horas) representó entre 25 y 48% del consumo total, en nuestro caso con vacas lecheras encontramos que la sesión de la tarde (PM) representó 20% para TM siendo menor a lo reportado. En el caso de TL y TC se encontró dentro del rango reportado, un 32% del consumo total se dio en el turno PM reafirmando la importancia de esa sesión de pastoreo en el consumo y la producción animal.

Los consumos diarios logrados por cada tratamiento no fueron diferentes para TL y TM (18.4 kgMS/d) y fueron menores para TC (14.7 kgMS/d) representando este último un 20% menos de consumo de forraje. Estas diferencias pueden ser explicadas por la menor altura remanente post-pastoreo determinando menor peso de bocado que no fue compensado con mayor tasa de bocado y/o mayor tiempo de pastoreo al comparar TL y TC. Sin embargo, si bien TM logro el mismo peso de bocado que TC fue capaz de cosechar más kgMS/d en base a un mayor tiempo total de pastoreo (Menegazzi et al., 2020).

Con igual consumo total de MS en los tratamientos TL y TM, la producción de leche del TL fue 13% mayor en comparación con TM, esto puede atribuirse a una mejor eficiencia en la dieta cosechada del TL (Cuadro 6). Esta mejor eficiencia se puede deber a la mejor calidad nutritiva de lo cosechado (digestibilidad y proteína cruda) y un menor costo energético de cosecha.

La producción de leche durante el ciclo de pastoreo evolucionó conforme iba bajando la altura de la pastura. La mayor estabilidad en la producción de leche en intensidades de pastoreo más laxas confirma los resultados nacionales presentados por Zibil et al. (2016), Chico et al. (2007), Soca et al. (2009), Mattiauda et al. (2009) y Faber (2012) en los que a menor intensidad de pastoreo lograron mayores producciones de leche.

La intensidad de pastoreo más laxa estudiada en este trabajo resultó en la mejor combinación en lo que respecta a mayor tasa de consumo (kgMS), mayor consumo

total diario de MS y mayor producción de leche (l/v/d). Este trabajo deja la interrogante si se hubiese logrado la altura de TL (15 cm) si los resultados mantendrían una tendencia lineal creciente.

4.2. CICLO DE PASTOREO 2

Este ciclo de pastoreo tiene la particularidad que fue en condiciones ambientales restrictivas, altas temperaturas (Cuadro 9), pastura con déficit hídrico y sin el cumplimiento de las condiciones de entrada al pastoreo. Dicho esto, los resultados son realmente interesantes y originales para las condiciones que se dieron y para tener datos nacionales bajo estas condiciones.

La biomasa (kgMS/ha) de entrada no fue diferente entre tratamientos lo que está en línea con los datos presentados en experimentos del grupo de investigación de EEMAC (Chico et al. 2007, Soca et al. 2009, Mattiauda et al. 2009, Faber 2012) y el primer ciclo de pastoreo de este mismo experimento. En la biomasa de salida sí se detectaron diferencias ($p < 0.05$), siendo mayor para TL respecto a TC y TM. Las alturas de entrada fueron diferentes en todos los tratamientos, sin superar los 14 cm. En la salida del ciclo de pastoreo TL fue 6 cm superior a TC y TM, esto puede explicar la diferencia en biomasa a la salida del ciclo de pastoreo. Si lo comparamos con los resultados de Carvalho et al. (2009), donde encontraron los mejores resultados en producción animal con consumo de hasta 40% de la altura inicial; TL fue el que mejor se correspondió con esos niveles consumiendo un 15% de la altura, mientras que TC y TM consumieron el 50 y 65%; respectivamente.

Con los resultados de biomasa y altura de salida del pastoreo hubiésemos esperados diferencias en tasa de consumo (kgMS/h) a favor de TL respecto a TC y TM. Esto no fue así explicado posiblemente por el estado de estrés térmico de los animales (altos ITH), que no le permitieron compensar la tasa de consumo con mayor peso de bocado, tasa de bocado y largo de la primer sesión de pastoreo. En este caso hubiese sido interesante evaluar el comportamiento en la noche donde posiblemente hubo sesiones de pastoreo importantes, las que llevaron a lograr mayor producción de leche en TL.

Las diferencias encontradas en el largo de la primer sesión, tasa de bocado y CMS durante la primer sesión (Cuadro 10) se dieron en el turno AM. Esto concuerda con los valores de ITH que se registraron en cada turno, donde en el turno PM se registraron valores de ITH críticos de peligro y emergencia para los animales. La sesión de pastoreo PM fue 99 minutos menos que AM, siendo la sesión AM de mayor impacto en el CMS de la primer sesión (2.2 vs 1.2 kgMS) para AM y PM; respectivamente. Este resultado es interesante bajo las condiciones de estrés térmico y contrario a lo reportado en la literatura (Orr et al., 1997, Gibb et al., 1998) donde la sesión PM es la mayor a lo largo del día.

Con estos resultados, que no muestran diferencias en el consumo en pastoreo para ningún tratamiento, al mirar la producción de leche diaria el TL sostuvo una producción 22% superior a TC y TM.

5. CONCLUSIONES

El manejo más laxo permitió lograr la mejor respuesta en producción de leche asociado a una mayor tasa de consumo y una mejor calidad del forraje total cosechado.

El tratamiento TC no compensó el menor peso de bocado con un aumento en la tasa de bocado, resultando en menor consumo total y menor producción de leche diaria.

Por otro lado, el tratamiento TM logró la misma cosecha de forraje diaria que TL pero con una estrategia de cosecha diferente a lo largo del día, mayor tiempo pastoreo total, y con una menor calidad del forraje cosechado y menor producción de leche.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Allden, WG. and Whittaker, IA. Mc.D. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian J. of Agricultural Research*, 21, 755–766.
- Amaral MF, Mezzalira JC, Bremm C, Da Trindade JK, Gibb MJ, Suñe RWM, Carvalho PC. 2013. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. *Grass and Forage Science*, 68(2), 271-277.
- Barrett PD, Laidlaw AS, Mayne CS, 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.
- Benvenuti MA, Gordon IJ, Poppi DP, Crowther R, Spinks W, Moreno FC. 2009. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. *Livestock Science*, 126(1-3), 229-238.
- Brereton AJ, McGilloy DA. 1998. Sward factors and herbage intake. In *Pasture Ecology and Animal Intake. Proceedings of a Workshop Held in Dublin, September 1996* (pp. 144-162).
- Cangiano C, Galli J, Pece M, Dichio L, Rozsypalek S. 2002. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53, 541–549.
- Carvalho PCF, Mezzalira JC, Fonseca L, Wesp CL, Da Trindade JK, Neves FP, Pinto CE, Amaral MF, Bremm C. 2009. Do bocado ao sítio de pastejo: Manejo em 3d para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo. En: VII Simpósio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens. Lavras, Brasil. 116–137.
- Chapman D. 2016. Using Ecophysiology to Improve Farm Efficiency: Application in Temperate Dairy Grazing Systems. *Agriculture*. 6:17. doi:10.3390/agriculture6020017.
- Chico MC. 2007. Estrategias de pastoreo y producción de leche de vacas holando sometidas a cambios en la oferta de forraje en primavera. Tesis de Maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía – Udelar.

- Chilibroste P, Gibb M.J, Tamminga S. 2005. Pasture characteristics and animal performance. In Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. Ed. Dijkstra J, Forbes JM, France J. Cab International.pp. 681-706.
- Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A. 2012. Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 173(3-4), 201-209.
- Chilibroste P, Gibb MJ, Soca P, Mattiauda DA. 2015. Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: Do they follow a predictable pattern? *Animal Production Science*. 55:328-338. doi:10.1071/AN14484.
- Chilibroste P, Battezzore G. 2019. Dinámica bio-económica de los sistemas de producción de leche. Proyecto Producción Competitiva. Conaprole.
- Coates DB, Penning P. 2000. Measuring animal performance. Field and laboratory methods for grassland and animal production research, 353-402.
- DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias). 2018. Anuario Estadístico Agropecuario 2018. Montevideo. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 211p.
- Dove H, Mayes RW. 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nature protocols*, 1(4), 1680.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of dairy science*, 72(1), 68-78.
- Faber AC. 2012. Estructura espacial y selectividad de parches en pasturas de festuca alta pastoreadas a diferente altura remanente. Tesis de Maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía – Udelar. 96p.
- Fulkerson WJ, Donaghy DJ. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - Key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41:261-275. doi:10.1071/EA00062.

- Galli JR, Cangiano CA. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*, Río Cuarto, v. 18, pp. 247-261.
- Ganche E, Delaby L, O'Donovan M, Boland TM, Kennedy E. 2014. Short-term response in milk production, dry matter intake, and grazing behavior of dairy cows to changes in postgrazing sward height. *Journal of dairy science*, 97(5), 3028-3041.
- García S, Fariña S, 2010. ¿Hasta dónde intensificar en sistemas “extensivos” de producción de leche? Parte 1 y 2. Manejo de pasturas y suplementación. XXXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp. 52-59.
- Gibb MJ, Rook AJ, Huckle CA, Nuthall R. 1995. Estimation of grazing behaviour by dairy cows from measurements of grazing behaviour and weight change. In *Proceedings of the 29th International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Exeter, UK (pp. 71-72).
- Gibb MJ, Huckle CA, Nuthall R, Rook AJ. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science*. 52 (3): 309-321. doi:10.1111/j.1365-2494.1997.tb02361.x.
- Gibb MJ, Huckle CA, Nuthall R. 1998. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*, 53(1), 41-46.
- Gregorini P, Tamminga S, Gunter SA. 2006. Review: behavior and daily grazing patterns of cattle. *The Professional Animal Scientist* 22, 201–209.
- Haydock KP, Shaw NH. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76), 663-670.
- Hodgson J. 1985. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: *Proceedings of the 15th International Grassland Congress*. The Science Council of Japan, Nishi Nasuno, Japan, pp. 31–34.
- Hodgson J. 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. Longman Scientific and technical, Longman Group, London, UK.

- Laca E, Ungar E, Seligman N, Demment M. 1992. Effects of sward height and bulk-density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*, 47, 91–102.
- Mattiauda D, Chilibroste P, Bentancur O, Soca P. 2009. Intensidad de pastoreo y utilización de pasturas perennes en sistemas de producción de leche: ¿qué niveles de producción permite y que problemas contribuye a solucionar?. En: XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. 96-110.
- McGilloway DA, Cushnahan A, Laidlaw AS, Mayne CS, Kilpatrick DJ. 1999. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 54:116-126. doi:10.1046/j.1365-2494.1999.00158.x.
- Mezzalira JC, Carvalho, PCF, Fonseca L, Bremm C, Cangiano C, Gonda HL, Laca EA. 2014. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science*. 153: 1-9. doi:10.1016/j.applanim.2013.12.014.
- Nabinger C, Carvalho PC. 2009. Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. *Sitio Argentino de Producción Animal*. XIII:18-27.
- Oliveira Neto R, Silva JHSD., Rocha MGD, Pötter L, Sichonany MJDO, Biscaíno LL, Difante MVB. 2013. Ingestive behavior, performance and forage intake by beef heifers on tropical pasture systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(8), 549-558.
- Orr RJ, Rutter SM, Yarrow NH, Champion RA, Rook AJ. 2004. Changes in ingestive behaviour of yearling dairy heifers due to changes in sward state during grazing down of rotationally stocked ryegrass or white clover pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 87 (3): 205-222. doi: 10.1016/j.applanim.2004.01.009.
- Penning P, Hooper GE. 1985. An evaluation of the use of short term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. *Grass and Forage Science*. 40:79-84. doi:10.1111/j.1365-2494.1985.tb01722.x.

- Soca P, Faber A, Do Carmo M, Chilibroste P. 2009. Productividad en pasturas perennes para producción de leche sometidas a cambios en intensidad de pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 29 (1): 401-610.
- Souto JP. 2017. Patrón ingestivo de vacas lecheras multíparas y primíparas en pastoreo de avena. In: Asociación Uruguaya de producción animal (6to, 2017, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA.
- Stobbs TH. 1973. The effect of plant structure on the voluntary intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24:821–82.
- Tharmaraj J, Wales WJ, Chapman DF, Egan AR. 2003. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass-dominated pasture. *Grass and Forage Science*. 58 (3): 225-238. doi: 10.1046/j.1365-2494.2003.00374.x.
- Thom E C. The discomfort index. *Weatherwise*, 1959, vol. 12, no 2, p. 57-61.
- Valtorta SE, Gallardo MR. 1996. El estrés por calor en producción lechera. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (ed.) *Miscelánea* N° 81 pp. 173-185, Rafaela.
- Zibil S, Zanoniani R, Bentancur O, Ernst O, Chilibroste P. 2016. Control de intensidad de defoliación sobre la producción de forraje estacional y total en sistemas lecheros. *Agro Sur*. 44 (2): 13-21. doi:10.4206/agrosur.2016.v44n2-02.