

**MANEJO DE LA DEFOLIACIÓN EN PASTURAS DE ALFALFA
PARA SISTEMAS DE INVERNADA EN EL NOROESTE
BONAERENSE**

*Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires,
Área de Producción Animal*

María Cecilia Sardiña

Ingeniera Agrónoma - Universidad de La Pampa - 2008

Lugar de trabajo: INTA-Estación Experimental General Villegas



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano

Facultad de Agronomía – Facultad de Ciencias Veterinarias

Universidad de Buenos Aires

COMITÉ CONSEJERO

Director de Tesis

Germán D. Berone

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de Córdoba)

MSc. (Universidad Nacional de Mar del Plata)

Dr. (Universidad Técnica de Munich, Alemania)

Co-director de Tesis

Cristian R. Feldkamp

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de Entre Ríos)

Dr. rer. agr. (Universidad Humboldt de Berlín, Alemania)

JURADO DE TESIS

JURADO

Mónica Cornacchione

Ingeniera Agrónoma (Universidad Nacional de Córdoba)

MSc. (Universidad Nacional de Santiago del Estero)

JURADO

Patricia Cornaglia

Ingeniera Agrónoma (Universidad Nacional de Buenos Aires)

MSc. (Universidad Nacional de Buenos Aires)

JURADO

María Andrea Tomás

Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional del Sur)

MSc. (Universidad Nacional del Sur)

Dr. (Universidad de Texas A&M)

Fecha de defensa de la tesis: 24 de Febrero de 2022

Dedicatoria

A mis hijos: Bianca y Santino, la razón de mi vida

A mi amor: Lucas, mi compañero incondicional

*A mis padres Pilar y Miguel y mis hermanos Gastón, Martín, Magali y Facundo, que
me apoyan y me guían siempre.*

Agradecimientos

A mi director de tesis, Germán Berone por su ayuda incondicional, su predisposición, su paciencia, su gran capacidad técnica y humana.

A mi codirector de tesis, Cristian Feldkamp por su acompañamiento y predisposición.

A mis compañeros de trabajo del grupo de producción animal de la EEA INTA Gral. Villegas por el apoyo, la ayuda y la paciencia que me tuvieron.

A los auxiliares de campo Matías, José, Rubén y Juan por tanto esfuerzo y compromiso durante la conducción del ensayo.

A mis compañeros y amigos Marianela y Miguel, por todas las charlas, la contención, la ayuda y la alegría que me brindaron durante este proceso de formación.

A la Dra. Mónica Agnusdei, quien inicio las ideas de este trabajo y a quien recordaré siempre con mucho cariño.

A la institución donde me desempeñé laboralmente (INTA) por brindarme la oportunidad de capacitarme.

A la asociación cooperadora de la Experimental de INTA Gral. Villegas por todo el apoyo económico para poder realizar el experimento.

Declaración

Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.

Publicaciones derivadas de la tesis

-Berone, G. D.; Sardiña, M.C. and Moot, D. J. 2020. Animal and forage responses on lucerne (*Medicago sativa* L.) pastures under contrasting grazing managements in a temperate climate. *Grass Forage Sci.* 2020; 00:1–14.

-Sardiña, M.C. y Berone, G. D. 2017. Aumentos en producción de carne en alfalfa por cambio en el manejo de la defoliación. En: *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 37 Supl. 1: 90.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Declaración.....	vii
Publicaciones derivadas de la tesis.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
Abreviaturas.....	xix
Resumen.....	xx
Abstract.....	xxii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Objetivos.....	5
1.3. Hipótesis.....	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1. Sitio de estudio, implantación del cultivo y diseño experimental.....	5
2.2. Mediciones en la pastura.....	9
2.3. Manejo del pastoreo y mediciones en los animales.....	12

2.4. Análisis estadístico.....	14
3. RESULTADOS	15
3.1. Intervalo entre pastoreos, número de pastoreos y días de permanencia.....	15
3.2. Asignación de forraje.....	18
3.3. Estructura pre-pastoreo de la pastura	19
3.3.1. Biomasa de entrada.....	19
3.3.2. Tasa de crecimiento	20
3.3.3 Producción de forraje.....	22
3.3.4. Proporción de hoja	23
3.3.5. Altura del canopeo y número de nudos en el tallo principal.....	24
3.3.6. Densidad de biomasa	27
3.3.7. Calidad nutritiva pre-pastoreo.....	29
3.4. Respuesta animal	34
3.4.1. Carga.....	34
3.4.2. Aumento diario de peso vivo (ADPV).....	37
3.4.3. Relación entre valor nutritivo y ganancia animal	39
3.4.4. Producción de carne.....	41
3.5. Variables asociadas a persistencia de la pastura	43
3.5.1. Número de plantas	43
3.5.2. Dinámica de coronas y raíces al segundo año.....	44
4. DISCUSIÓN	46
4.1. Diferencias entre manejos de pastoreo.....	47
4.2. Diferencias entre años.....	52
4.3. Diferencias estacionales en ganancias de peso	54
5. CONCLUSIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	57

ANEXO..... 67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios históricos (2006-2016) y registrados durante los dos años de evaluación (Año 1= 2014/15 y Año 2= 2015/16). Temperatura mínima, máxima y media mensual (T, °C); radiación incidente diaria (RI, MJ m ⁻² día ⁻¹) y precipitación mensual (PP, mm). Valores registrados por la estación meteorológica de INTA Gral. Villegas.	8
Cuadro 2. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350= Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500= Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable producción acumulada de forraje (PF, Kg MS·ha ⁻¹), durante el total del período experimental, en “primavera-verano” y en “descanso otoñal”.....	22
Cuadro 3. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350= Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500= Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para las variables promedios de calidad de la pastura de todo el período de evaluación (DMS: digestibilidad de la materia seca; FDN: fibra detergente neutro; DFDN: digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro y PB: proteína bruta).	34
Cuadro 4. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350= Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500= Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable carga (C, an·ha ⁻¹) durante el total del período experimental, “primavera-verano” y “descanso otoñal”.....	36

Cuadro 5. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350= Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500= Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable aumento diario de peso vivo (ADPV, Kg an ⁻¹ día ⁻¹) durante el total del período experimental, “primavera-verano” y “descanso otoñal”.....	37
Cuadro 6. Aumento diario de peso vivo (ADPV, Kg an ⁻¹ día ⁻¹) para los distintos meses cada fecha media entre pesadas y para cada tratamiento (T-350= Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500= Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y año de evaluación (Año 1 y Año 2).....	38
Cuadro 7. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350= Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500= Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable producción de carne (PC, kg ha ⁻¹) durante el total del período experimental, “primavera-verano” y “descanso otoñal”.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Intervalo entre pastoreos expresados en grados días de desarrollo (**a** y **c**) y en días (**b** y **d**) en las franjas de pastoreo (n=6) para cada cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) en Año 1 (**a** y **b**) y Año 2 (**c** y **d**). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”). 17
- Figura 2. Asignación de forraje (%) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en primavera-verano y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) en Año 1 (a-) y Año 2 (b-). 19
- Figura 3. Biomasa disponible prepastoreo en cada franja de pastoreo (kg MS ha^{-1}) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”). 20
- Figura 4. Tasas de crecimiento en función de la fecha de ingreso a cada franja ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ d}^{-1}$) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y

para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).....22

Figura 5. Proporción de hojas (gr MS de hoja/ gr MS de hoja+gr MS tallo) en función de fecha media de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).....24

Figura 6. Altura de planta (cm) al ingreso de cada franja de pastoreo para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).....25

Figura 7. Número de nudos en el tallo principal al ingreso de cada franja de pastoreo para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).....27

Figura 8. Densidad de biomasa (mg cm^{-3}) en función de fechas medias de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada $\sim 350\text{-}400$ GDA en “primavera-verano” y $\sim 500\text{-}550$ GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada $\sim 500\text{-}550$ GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).....28

Figura 9. Variables de calidad de la pastura (digestibilidad de la materia seca -DMS, %; a-, digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro -DFDN, %; b-, fibra detergente neutro -FDN, %; c- y proteína bruta -PB, %; d-) en función de fechas medias de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada $\sim 350\text{-}400$ GDA en “primavera-verano” y $\sim 500\text{-}550$ GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada $\sim 500\text{-}550$ GDA todo el período) para Año 1. La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”)..... 31

Figura 10. Variables de calidad de la pastura (digestibilidad de la materia seca -DMS, %; a-, digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro -DFDN, %; b-, fibra detergente neutro -FDN, %; c- y proteína bruta -PB, %; d-) en función de fechas medias de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada $\sim 350\text{-}400$ GDA en “primavera-verano” y $\sim 500\text{-}550$ GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada $\sim 500\text{-}550$ GDA todo el período) para Año 2. La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).....33

Figura 11. Carga (animales ha⁻¹) de cada franja de pastoreo para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”)..... 35

Figura 12. Relación entre aumento diario de peso vivo (ADPV; kg an⁻¹ día⁻¹) y (a) proporción de hoja y (b) digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN; %) para animales pastoreando alfalfa y sometidos a los tratamientos T-350 (Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”) y T-500 (Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período). Ecuaciones en (a): Grupo 1 (n = 12, R²: 0,54): $ADPV = -0,342 (\pm 0,235) + 1,806 (\pm 0,372) \times \text{proporción de hoja}$; Grupo 2 (n = 6, R²: 0,89): $ADPV = -0,770 (\pm 0,227) + 1,806 (\pm 0,372) \times \text{proporción de hoja}$. Ecuación en (b): Grupo 1 (n = 12, R²: 0,40): $ADPV = 0,115 (\pm 0,155) + 0,015 (\pm 0,004) \times DFDN$; Grupo 2 (n = 6, R²: 0,93): $ADPV = -0,264 (\pm 0,147) + 0,015 (\pm 0,004) \times DFDN$. Cada parámetro ajustado se informa con su error estándar (\pm ES) para un intervalo del 95% de confianza. 41

Figura 13. Número de plantas por metro cuadrado durante el último período de evaluación (Año 2) para T-350 (Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”) y T-500 (Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período). 44

Figura 14. Materia seca (t MS ha⁻¹) acumulada en los primeros 30 cm de suelo de corona+raíces (a-), raíces (b-) y coronas (c-) en Año 2 para T-350 (Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso

otoñal”) y T-500 (Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA
todo el período).46

Abreviaturas

GDA: Grados días acumulados

RI: Radiación incidente diaria

PP: Precipitaciones

DMS: Digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca

FDN: Fibra detergente neutro

DFDN: Digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro

PB: Proteína bruta

ADPV: Aumento diario de peso vivo por animal

PF: Producción acumulada de forraje

PC: Producción de carne

Resumen

Este estudio determinó el impacto generado en la producción primaria y secundaria de una pastura de alfalfa a través de cambios en el sistema de pastoreo. Se comparó un sistema (T-500) utilizando la recomendación tradicional de comenzar el pastoreo en primavera cerca del 10% de floración, utilizando una frecuencia de pastoreo de ~500 grados días acumulados (GDA; temperatura base de crecimiento de 5 °C) para todo el período experimental (mediados de primavera a mediados de otoño) con un sistema (T-350) que comenzó el pastoreo 10-15 días antes (con ~1000 kg MS ha⁻¹) y durante “primavera-verano” el intervalo de pastoreo fue de ~350 GDA hasta mediados de febrero, mientras que durante el período de “descanso otoñal” (de mediados de verano a mediados de otoño) el intervalo de pastoreo fue, como en T-500, ~500 GDA. La producción de carne fue 185 y 115 kg ha⁻¹ mayor en T-350 que en T-500 en año 1 y 2, respectivamente. Esto fue debido a la mayor ganancia de peso por animal, mayor carga y mayor período de utilización. La asignación de forraje fue similar en ambos sistemas de pastoreo, por lo que la mayor carga animal en T-350 se debió a su mayor producción de forraje. La ganancia de peso en novillos fue positivamente relacionada a la proporción de hoja de alfalfa y a la digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN), particularmente bajo situaciones donde el consumo diario pudo estar restringido por el tiempo de pastoreo (*i.e.* condiciones de calor) y/o peso de bocado (*i.e.* baja densidad del forraje). La población de plantas (~70 plantas m⁻²) y la biomasa perenne (primeros 30 cm de raíz más corona) al final del segundo año no tuvo diferencias entre tratamientos. Esto sugiere que la persistencia de alfalfa no fue afectada por el pastoreo más intensivo durante “primavera-verano” de T-350, donde un adecuado período de descanso permitió la recuperación. Este trabajo demostró el posible potencial de producción de carne

(+30%, +150 kg ha⁻¹) cuando el manejo del pastoreo de alfalfa durante la primavera-verano fue basado en el crecimiento de las pasturas en lugar de la fenología del cultivo.

Abstract

This study determined the impact of a change in grazing system on beef production from lucerne pastures. One system (T-500) used the traditional recommendation to commence grazing in spring near to 10% flowering and the grazing interval was maintained at ~500 growing degree days (GDD; base temperature of 5 °C) for the entire experimental period (from mid-spring to mid-autumn). In contrast, the T-350 system commenced grazing 11-15 days earlier at ~1000 kg DM/ha and the 'spring-summer' grazing interval was ~350 GDD until mid February. During the 'autumn break' period (from mid summer to mid autumn) the grazing interval was ~500 GDD for both treatments. Total live-weight production was 185 and 115 kg/ha higher in the T-350 than the T-500 in Year 1 and 2, respectively. This difference was due to a higher live-weight gain per head, a higher stocking rate and a longer period of use in T-350 than in T-500. The forage allowance was similar for both grazing systems, so the higher stocking rate of T-350 was due to its higher forage production. Daily live-weight gain in steers was positively related to lucerne leaf proportion and to neutral detergent fiber digestibility (NDFD), particularly under situations where the daily intake could be restricted by grazing time (*i.e.* warm conditions) and/or bite mass (*i.e.* low bulk density). Plant population (~70 plants/m²) and perennial biomass to 30 cm (root plus crown) at the end of second year were not different between treatments. This result suggests that lucerne persistence was not affected by the more intensive spring grazing of T-350 compared to T-500, when an adequate period of autumn recovery was allowed. This work demonstrates the potential live-weight gain (+30%, +150 kg/ha) when the grazing management of lucerne during the spring-summer was based on crop growth status rather than crop phenology.

MANEJO DE LA DEFOLIACIÓN EN PASTURAS DE ALFALFA PARA SISTEMAS DE INVERNADA EN EL NOROESTE BONAERENSE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La Alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una de las leguminosas perennes más sembradas del mundo (~30 millones de hectáreas, Yuegao y Cash, 2009) y estimaciones locales indican que con ~3,5 millones de ha es la pastura más sembrada en Argentina (Basigalup, 2014) constituyendo uno de los principales recursos forrajeros de los planteos pastoriles de engorde de ganado bovino (Kloster y Zaniboni, 2007). La difusión del cultivo se apoya en sus altos rendimientos de materia seca por hectárea, su excelente calidad forrajera y su gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (suelo, clima y manejo). Por otro lado, su capacidad para la fijación de nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con *Sinorhizobium meliloti* la convierten también en un importante componente de la sustentabilidad de los sistemas productivos (Luscher *et al.*, 2014).

El gran desafío para el manejo del pastoreo, sean gramíneas o leguminosas, es incrementar la oferta de forraje de alta calidad (*i.e.* producción de hojas), cosechar la mayor cantidad de forraje producido y no comprometer la persistencia productiva de las pasturas (Parsons, 1988).

En alfalfa el sistema de pastoreo usualmente recomendado es el rotativo y para compatibilizar productividad, persistencia y aceptables parámetros de calidad del forraje, las recomendaciones para manejar el intervalo entre cortes o pastoreos se han basado en el desarrollo de la pastura (Bariggi *et al.*, 1979). Se estableció que cuando se manifiesta el estado reproductivo, las pasturas de alfalfa debieran ser defoliadas cada vez que se alcanza el 10% de floración, mientras que cuando no hay manifestación del

estado reproductivo el inicio del pastoreo debiera ocurrir cuando los rebrotes basales alcanzan entre 3 y 5 cm de altura. Algunos trabajos muestran que frecuencias de pastoreo que deriven, continuamente, en defoliaciones que se anticipan a los mencionados estados de desarrollo reducen la producción de forraje alcanzada y atentan contra la perennidad de la pastura (Bariggi *et al.*, 1979; Zaniboni, 1990). Sin embargo, en trabajos donde la alfalfa se sometió a defoliaciones severas y muy frecuentes (*e.g.* cortes a 3-5 cm de altura, cada 250 grados días acumulados (GDA), considerando una temperatura base de 5°C) demuestran que la fuerte reducción en reservas de N y C en raíz y corona no se corresponden con una mayor tasa de mortalidad (Teixeira *et al.*, 2007a; Teixeira *et al.*, 2007b). En consecuencia, la persistencia no se vería afectada por incrementos en la frecuencia de pastoreo *per se* sino que elevadas frecuencias de pastoreo exacerban los efectos negativos de otros estreses como la competencia de malezas, plagas, enfermedades, el encharcamiento y la sequía (Teixeira *et al.*, 2007b; Burnett *et al.*, 2020).

La recomendación del 10% de floración está basada en investigación y literatura norteamericana, la cual pone énfasis en sistemas que utilizan la alfalfa para la confección de reservas forrajeras y por lo tanto pueden defoliar una gran parte de la superficie de alfalfa en muy poco tiempo (Moot, 2014). Sin embargo, bajo condiciones que propician altas tasas de crecimiento y desarrollo, esperar el 10% de floración para comenzar a pastorear implica que se retrase el inicio de la defoliación, se acumule una gran cantidad de biomasa y que una gran parte de la superficie (*i.e.* las parcelas subsiguientes) sea pastoreada con niveles de floración superiores a dicho valor (*e.g.* 50% de floración); lo que comúnmente se conoce como pasturas lignificadas, “pasadas” o de mala calidad (Moot, 2014).

Estudios previos, muestran que genotipos diversos de alfalfa alcanzan el estado de botón floral alrededor de los 550 GDA, logrando el 10% de floración alrededor de los 600 GDA (Berone y Dreher 2007; Teixeira *et al.*, 2011; Baldissera *et al.*, 2014). Es decir que, expresado en tiempo térmico, el intervalo entre pastoreos tradicionalmente recomendado debería hacerse entre los 500 y 600 GDA.

Recientemente se ha propuesto (Moot, 2014) que para maximizar la producción animal en alfalfa el inicio del pastoreo durante la primavera y mitad del verano (en adelante “primavera-verano”) debiera realizarse anticipadamente a lo usualmente recomendado (*i.e.* previo al 10% de floración) y manteniendo una elevada frecuencia de pastoreo, priorizando la calidad nutritiva del forraje ofrecido al animal. La senescencia de hojas desarrolladas en un rebrote de alfalfa comienza alrededor de los 330 GDA, lo que coincidió con un nivel de intercepción de la radiación incidente del 95% y con la aparición del noveno nudo en el tallo principal (Brown *et al.*, 2005; Teixeira *et al.*, 2007c). En función de lo anterior, para compatibilizar objetivos de producción secundaria y calidad nutritiva del forraje, en sistemas rotativos, el intervalo entre pastoreos durante “primavera-verano” debería ser de 300-400 GDA. En la Región Pampeana la mayor producción de forraje en pasturas de alfalfa se produce en dicho momento del año (Spada, 2007), con lo cual el manejo del pastoreo en primavera-verano es determinante para la productividad secundaria anual de la región.

Un aspecto donde existe consenso es en la necesidad de que las plantas de alfalfa acumulen reservas en raíz (carbono y nitrógeno) durante el otoño (Cunningham y Volenec, 1998) con el objeto de poder obtener un rebrote vigoroso al inicio de la primavera siguiente (Kim *et al.*, 1991). Durante este período se inicia en la planta el comienzo del reposo y la aclimatación al período invernal. La relación directa entre estos dos procesos y la acumulación de reservas, llevó a considerar al otoño como un

período crítico (período que usualmente se conoce como de “descanso otoñal”), donde cualquier práctica de defoliación (con el objetivo de disminuir los riesgos de pérdidas de plantas y productividad futura de forraje) debe tener en cuenta la fisiología de la planta (Smith, 1972).

Durante el período otoñal Belanger *et al.* (1998), trabajando en ambientes muy fríos (latitud 47° N), sugiere que el intervalo de defoliaciones en otoño debe ser aproximadamente 500 GDA para asegurar la supervivencia de plantas y que no se afecte el rebrote de la primavera subsiguiente. Por su parte, Moot *et al.* (2003) demostraron que durante el período de primavera-inicios de verano los cambios en la biomasa y los niveles de nitrógeno en el sistema raíz-corona son mínimos, independientemente del intervalo entre defoliaciones. En función de lo mencionado previamente, en pasturas que han sido intensamente defoliadas durante la primavera y parte del verano, el incremento del intervalo entre pastoreos o defoliaciones de mediados de verano en adelante (“descanso otoñal”) sería recomendable para mantener la persistencia de las pasturas de alfalfa.

Los antecedentes sugieren que un manejo ideal de la defoliación, que compatibilice una alta producción animal con una alta producción y persistencia de la pastura, implicaría comenzar los pastoreos en primavera cuando la biomasa sea ~ 1,500 kg MS ha⁻¹ (Moot *et al.*, 2016) y combinar una elevada frecuencia de pastoreo en primavera-mediados de verano (intervalos entre pastoreos no mayores a 300-400 GDD) con una reducción en dicha frecuencia en fines de verano-otoño (intervalos de al menos 500-600 GDD). Hasta donde sabemos, el impacto de estos dos sistemas contrastantes para manejar el pastoreo de alfalfa durante primavera-verano nunca ha sido probado. El éxito de esta práctica podría proporcionar una guía novedosa a la industria para mejorar la producción animal en una gran variedad de condiciones climáticas.

1.2. Objetivos

Estudiar el efecto de anticipar el pastoreo y de incrementar la frecuencia de pastoreo sólo en primavera-verano, sobre la producción primaria y secundaria (carga, ganancia de peso individual y producción de carne) en una pastura de alfalfa, comparado con un manejo más tradicional: ingresos al 10% floración y frecuencias cada 500-550 GDA durante todo el período de evaluación.

1.3. Hipótesis

1)- Anticipar el inicio del pastoreo al 10% floración y pastoreos más frecuentes en alfalfa durante primavera-verano reduce la producción de forraje total de la pastura con la consecuente disminución de la carga animal.

2)- Pastoreos más frecuentes durante primavera-verano mejoran la calidad del forraje ofrecido y esto produce aumentos en las ganancias individuales para el período total de pastoreo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sitio de estudio, implantación del cultivo y diseño experimental

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de INTA Gral. Villegas (Drabble, 34° 54' S, 63° 44' W), ubicado al noroeste de la provincia de Buenos Aires, una extensa llanura con pendiente regional oeste-este, perteneciente a la región

subhúmeda pampeana. El clima es templado, sin manifestarse grandes amplitudes térmicas diarias ni anuales, presentando un semestre cálido (de septiembre a febrero) en el cual se observan una mayor intensidad y frecuencia de vientos, que junto con las mayores temperaturas inducen a altas tasas de evaporación potencial que afectan negativamente el balance hídrico, presentando un mayor déficit en los meses de diciembre y enero. El régimen de precipitaciones presenta distribución primavero-estivo-otoñal y la recarga hídrica se concentra en los meses de febrero a abril (Díaz Zorita, 1995)

La siembra de la pastura se realizó el 25/4/2014 en un suelo Hapludol típico, franco arenoso (2,4% MO; 25,3 ppm de P y pH de 6,02). La densidad de siembra fue de 500 semillas viables m^{-2} de un cultivar de alfalfa (WL 611) con grado de reposo invernal intermedio, debido a su disponibilidad comercial y a que es un material de alta productividad y persistencia en esta región (Spada. 2014). Fue sembrado a 17,5 cm entre surcos. Se fertilizó a la siembra con 120 kg ha^{-1} de superfosfato triple de calcio (0-46-0). La cama de siembra se preparó con una aplicación de 2,5 l de glifosato, dos manos de disco y vibrocultivador y se realizó un control de malezas el día de la siembra con 450 cm^3 de Flumetsulam. Cuando el cultivo alcanzó el estado de tres hojas verdaderas se pulverizó con 700 cm^3 de 2,4 DB éster y 250 cm^3 de Flumetsulam. Se realizó control de gramíneas con 125 cm^3 de Haloxifop 54%. En el segundo año se realizaron controles de malezas con 1000 cm^3 de Imazetapir y 700 cm^3 de 2,4 DB éster.

El diseño experimental fue un diseño en bloques completamente aleatorizados, con 3 repeticiones. Cada repetición o unidad experimental fue un módulo de pastoreo de 3 ha que se dividió en 6 franjas de 0,5 ha. La superficie total del bloque fue de 6 ha cada uno. Se establecieron los siguientes tratamientos:

- T-350: Ingreso a la pastura con una biomasa pre-pastoreo cercana a 1000 kg ha⁻¹ de MS y sin signos de botón floral y luego pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” (hasta fines de febrero) y cada ~500-550 GDA durante el resto del período de pastoreo, considerado como descanso otoñal.
- T-500: ingreso a la pastura en estado de botón floral (~11-15 días más tarde que en T-350) y luego pastoreos cada ~500-550 GDA durante todo el período experimental.

El experimento se evaluó durante dos ciclos. En el Año 1 (2014/15) el tratamiento T-350 se pastoreó desde el 7/10/14 al 9/4/15 (184 días) y el T-500 desde el 22/10/14 al 9/4/15 (169 días). En el Año 2 (2015/16), T-350 se pastoreó desde el 4/11/15 al 27/4/16 (175 días) y T-500 desde el 16/11/15 al 27/4/16 (163 días).

En cada año los datos fueron agrupados dentro de un período “primavera-verano” (Año 1: desde comienzo del pastoreo hasta el 24 de febrero 2015; Año 2: desde el comienzo del pastoreo hasta el 29 de febrero de 2016) y un período de “descanso otoñal” (Año 1: desde el 24 de febrero 2015 hasta el final del pastoreo; Año 2: desde el 29 de febrero de 2016 hasta finalizar el pastoreo).

Durante ambos ciclos experimentales los valores de temperatura media del aire fueron inferiores a los registros históricos (Cuadro 1; temperatura media de 16,7, 15,6 y 14,6 °C para el histórico, Año 1 y Año 2, respectivamente). En los registros mensuales se observa que en Año 1, en los meses de noviembre a febrero, las temperaturas máximas fueron inferiores al promedio histórico, mientras que en el Año 2 los registros fueron menores al histórico en todos los meses del año para temperaturas máximas. En este segundo año de evaluación se registraron menores temperaturas respecto de las

reportadas históricamente sobre todo en primavera temprana (septiembre-octubre) y al ingreso del otoño (marzo y abril). Estas diferencias en temperaturas medias se debieron a disminuciones de las mínimas y máximas.

Respecto a los valores de radiación incidente, se observaron mayores valores promedios para el Año 1 respecto al Año 2 y al histórico (Cuadro 1), la diferencia en el primer año respecto al histórico fue más marcada en los meses de diciembre y enero registrando entre 6 y 5 MJ m⁻² día⁻¹ más en Año 1.

Las lluvias totales registradas entre junio y abril fueron mayores en ambos años respecto al histórico. En general, en cuanto a la distribución, Año 1 fue más parecido al promedio tanto en lluvias como en temperaturas. El Año 2 si bien se destacó por una mayor precipitación acumulada (169 mm más que el histórico), las lluvias se retrasaron en la primavera hasta el mes de octubre (Cuadro 1). El Año 2 fue más frío que el promedio histórico.

Cuadro 1. Promedios históricos (2006-2016) y registrados durante los dos años de evaluación (Año 1= 2014/15 y Año 2= 2015/16). Temperatura mínima, máxima y media mensual (T, °C); radiación incidente diaria (RI, MJ m⁻² día⁻¹) y precipitación mensual (PP, mm). Valores registrados por la estación meteorológica de INTA Gral. Villegas.

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Prom/ Suma
	T mínima (°C)											
Histórico	8,2	7,4	9,7	12,5	15,9	19,5	21,9	22,5	21,1	19,2	15,8	15,8
Media Año 1	6,8	7,5	9,4	11,7	15,6	17,3	19,7	20,8	19,1	18,6	16,0	14,8

Media Año 2	7,7	7,2	9,5	9,8	11,9	16,6	20,5	20,6	19,8	15,5	12,0	13,7
	T máxima (°C)											
Histórico	10,0	9,2	11,8	14,4	17,6	21,4	23,8	24,3	22,7	20,9	17,6	17,6
Año 1	8,5	9,0	11,4	13,4	17,3	19,2	21,7	22,5	20,7	20,2	17,6	16,5
Año 2	9,5	9,1	11,1	11,8	13,4	18,3	22,2	22,2	21,4	17,2	13,2	15,4
	T media (°C)											
Histórico	9,1	8,3	10,7	13,4	16,7	20,4	22,9	23,4	21,9	20,0	16,7	16,7
Año 1	7,7	8,3	10,4	12,6	16,5	18,3	20,7	21,7	19,9	19,4	16,8	15,6
Año 2	8,6	8,2	10,3	10,8	12,7	17,5	21,4	21,4	20,6	16,4	12,6	14,6
	RI (MJ m⁻² día⁻¹)											
Histórico	9,2	9,5	12,6	16,0	19,4	24,5	24,9	24,6	21,4	18,9	13,9	17,1
Año 1	9,5	9,1	13,9	16,3	21,6	25,8	30,7	29,6	22,8	21,7	14,8	18,8
Año 2	9,3	9,8	11,3	16,3	18,7	24,3	28,6	25,4	24,9	20,4	10,8	17,2
	PP (mm)											
Histórico	11	12	9	45	105	87	99	104	116	88	77	784
Año 1	4	11	4	87	70	73	79	97	92	85	129	819
Año 2	4	2	13	20	105	160	100	183	175	19	158	953

2.2. Mediciones en la pastura

Se midió al ingreso de cada franja de pastoreo, la altura del canopeo con regla graduada, en 5 sitios representativos por repetición, desde el ras del suelo hasta la última hoja del tallo más alto de la canopia. Además, se cuantificó en las mismas plantas el número de nudos en el tallo principal (tallo más alto), contabilizando los nudos desde la base de la planta hasta el último nudo que tenía las hojas totalmente expandidas.

En los mismos sitios en los que se cuantificó altura y número de nudos se estimó la biomasa pre-pastoreo (kg MS ha^{-1}) previo al ingreso de los animales a cada una de las franjas, realizando un total de 5 sub-muestreos por repetición. Para estos muestreos se utilizó motosegadora, con barra de corte de 1 m de ancho y cortando 5 m lineales (5 m^2), cosechándose el material por encima de 5 cm de altura. Para el cálculo de materia seca se tomó una muestra compuesta de las 5 sub-muestras y se procedió al secado con microondas, siguiendo la metodología propuesta por Undersander *et al.* (1993).

Con la sumatoria de biomasa pre-pastoreo se calculó la producción de forraje acumulada para cada franja, se realizó un promedio entre franjas y se estimó la producción de forraje acumulada para cada repetición (módulo de pastoreo). La tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) se calculó para cada una de las franjas de pastoreo, dividiendo la biomasa pre-pastoreo (kg MS ha^{-1}) por los días transcurridos entre la salida y el ingreso a cada franja.

En determinados momentos, se cuantificó la proporción de hoja de la biomasa pre-pastoreo y la densidad de biomasa (mg cm^{-3}) con el objetivo de cuantificar la estructura de la pastura ofrecida. Para ello se tomó una muestra compuesta de 3 sub-muestras de biomasa pre-pastoreo, se las llevó a laboratorio realizando la separación manual entre hoja y tallo, luego se llevó a estufa a 100°C hasta peso constante, para cuantificar peso seco de las fracciones y con ello proporción de hoja [$\text{g hoja} / (\text{g hoja} + \text{g tallo})$]. Se promediaron los datos asignando un valor medio de proporción de hoja, para cada fecha media de pesada (fecha media entre dos pesadas sucesivas), las cuales fueron 29/10/14, 23/11/14, 21/12/14, 22/1/15 y 19/2/15 para el Año 1 y 9/12/15, 5/1/16, 3/2/16 y 10/3/16 para el Año 2. La densidad de biomasa (mg cm^{-3}) se calculó a través del cociente entre la biomasa disponible (mg cm^{-2}) y la altura del canopeo (cm), también previo al ingreso de cada franja de pastoreo.

Se cuantificó la calidad nutritiva pre-pastoreo en 4 momentos en cada uno de los años a través de la digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca (DMS, %), la fibra detergente neutro (FDN, %), la digestibilidad *in vitro* de la fibra en detergente neutro (DFDN, %) y la proteína bruta (PB, %). La toma de muestras para la determinación de estas variables se realizó en Año 1, el 26/11/14, 22/12/14, 15/1/15 y 9/2/15 para T-500 y el 25/11/14, 12/12/14, 12/1/15 y 10/2/15 para T-350, mientras que en Año 2 los muestreos se tomaron el 30/11/15, 14/1/16, 17/2/16 y 7/3/16 para T-500 y el 30/11/15, 18/1/16, 17/2/16 y 7/3/16 para T-350. De esta manera se adjudicó un valor de cada variable de calidad para cada una de las fechas medias de pesadas. Cuando se realizó el muestreo para calidad, se tomó una muestra compuesta de 3 sub-muestras de biomasa pre-pastoreo, se las llevó a estufa a 60°C hasta peso constante. Las muestras molidas y secas se procesaron en el laboratorio de forrajes de la EEA INTA Balcarce para las determinaciones de DMS, DFDN y FDN, mientras que la determinación de PB se realizó en el laboratorio de la EEA INTA Gral. Villegas.

La determinación de la digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca (DMS, %), se realizó incubando muestras dentro de bolsitas filtrantes en un incubador DAISY II de ANKOM TECH (ANKOM Technology, 2010) con líquido ruminal y solución buffer, en condiciones de anaerobiosis, durante 48 h. Posteriormente las bolsitas con su residuo de incubación eran sometidas al análisis de fibra detergente neutro en analizador A220 de ANKOM, para la determinación de la digestibilidad verdadera *in vitro* (DVIV), la DVIV se convierte a DMS restando el factor 11,9 (Van Soest 1994).

La fibra detergente neutro (FDN, %) se determina por la metodología de la bolsita filtrante, en un equipo ANKOM A220 (Komareck, et. al., 1994). La muestra seca y molida se coloca dentro de bolsitas que son termoselladas y son digeridas a

presión y temperatura con una solución detergente neutro. El residuo obtenido consiste principalmente en hemicelulosa, celulosa y lignina. Se informa como % FDN en la MS.

La digestibilidad *in vitro* de la fibra en detergente neutro (DFDN, %) se determina sobre el residuo de la bolsita filtrante de la muestra incubada y procesada para digestibilidad de la materia seca, y se la relaciona al contenido de FDN de la muestra. Se informa como porcentaje de fibra detergente neutro digestible sobre la FDN total. Para ello se utilizó el incubador DAISY II de ANKOM TECH (ANKOM Technology, 2010) y el analizador de fibras ANKOM A220 (Komareck, et. al., 1994).

La determinación de proteína bruta se realizó con el procedimiento de Kjeldahl, por determinación del contenido de nitrógeno total utilizando un Analyzer y multiplicando por el factor 6,25 (A.O.A.C., 1992)

Durante el segundo año de evaluación (Año 2) se realizaron muestreos para cuantificar variables asociadas a la persistencia del cultivo en cada repetición en 4 fechas diferentes: 17/12/15, 16/1/16, 23/2/16 y 4/5/16. En cada muestreo se tomaron dos sub-muestras de 50 cm lineales y de los primeros 30 cm de profundidad de suelo por repetición. Las muestras se llevaron al laboratorio donde se procedía al lavado, recuento del número de plantas (raíces) en los 50 cm lineales (expresando esta variable en plantas m^{-2}), separación de la biomasa de corona, de raíces y secado de las muestras en estufa a 60°C hasta peso contante, registrando luego el peso seco de corona y raíces, el cual se expresó en $t MS ha^{-1}$.

2.3. Manejo del pastoreo y mediciones en los animales

El intervalo entre pastoreos y la permanencia, se programó *a priori* para cada franja de pastoreo en función de las temperaturas medias diarias históricas, utilizando

los datos de la estación meteorológica de la EEA INTA Gral. Villegas. Considerando una temperatura base de crecimiento de 5° C (Fick *et al.* 1988), se calculó los días necesarios para alcanzar los GDA que correspondían a cada tratamiento (350 o 500 GDA, según correspondiera). Cada módulo de pastoreo (3 ha) se dividió en 6 franjas de 0,5 ha y para establecer los GDA deseados se cambiaron los días de permanencia en cada franja, siendo los mismos de entre 2 y 7 días. Los Cuadros 2 a 5 del Anexo, muestran una descripción detallada del manejo del pastoreo.

El pastoreo utilizado fue rotativo con carga variable (método “*Put and Take*”) utilizando 6 animales fijos por unidad experimental. Se propuso como objetivo una asignación del 3% del peso vivo (*i.e.* 3 g de pasto, por encima de los 5 cm de altura, por cada 100 g de peso vivo animal) para ambos tratamientos, debido a que a dicha asignación se maximiza la respuesta individual (Méndez *et al.*, 2001). Para mantener dicha asignación se utilizaron animales volantes, los cuales en los momentos que no estuvieron en el experimento, pastorearon una pastura de alfalfa adyacente al experimento. Se cuantificó de esta manera la cantidad de animales en cada franja y se determinó la carga animal de cada período, ponderando los días de permanencia en cada franja y los días entre pesada.

Los animales utilizados fueron novillitos Angus cuyo peso vivo inicial fue de 304 y 311 kg para el Año 1 y 2, respectivamente. Sobre los 6 animales fijos por repetición se determinó el aumento diario de peso vivo por animal (ADPV, kg d⁻¹), estimada para cada fecha media de pesada como la diferencia entre los pesos vivos de dos pesadas sucesivas dividido los días entre pesadas. Para los ADPV en cada período se ponderó los ADPV de cada pesada por los días entre pesadas (ya que no fueron estrictamente cada 28 días). En el Año 1, las pesadas se realizaron los días 13/11/14, 4/12/14, 8/1/15, 5/2/15, 6/3/15 y el 9/4/15, mientras que en el Año 2 se realizaron el

26/11/15, 22/12/15, 20/1/16, 18/2/16, 31/3/16 y el 27/4/16. Previo a cada pesada, los animales se encerraron en un corral sin acceso a comida ni bebida por un período de 16 horas. Los ADPV se muestran para las fechas medias entre pesadas. La producción de carne (PC, kg ha⁻¹) se obtuvo a partir de la siguiente fórmula: $PC = \sum ADPV \text{ (kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}) * \text{carga animal (an ha}^{-1}) * \text{días entre pesadas.}$

Los procedimientos de manejo de animales fueron aprobados por el Comité institucional para el cuidado y uso de animales experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Dictamen N° 06/2018).

2.4. Análisis estadístico

La parcela principal fue la unidad experimental (n=3), tanto para los promedios anuales como para los promedios de los períodos (“primavera-verano” y “descanso otoñal”). Se analizaron los efectos del tratamiento, del año y su interacción. Debido a que los datos para diferentes años y para diferentes períodos dentro de un año se registraron en la misma unidad experimental, se esperaba una falta de independencia sobre los errores (medidas repetidas). Por lo tanto, se introdujeron estructuras de covarianza en los modelos lineales mixtos para tener en cuenta la correlación dentro de cada bloque. Los modelos se ajustaron utilizando el paquete nlme (Pinheiro *et al.*, 2019) usando el software R (R Core Team, 2019).

Cuando se encontró significancia ($P < 0,05$) las medias se separaron mediante test Fisher protegido l.s.d. También se informan las tendencias ($0,05 < P < 0,10$).

Las funciones lineales se ajustaron entre variables explicativas y dependientes utilizando Genstat versión 18 (VSN, International Ltd). En alguna fecha determinada, el muestreo de forraje para DMS, FDN, DFDN y PB estaba desbalanceado (*i.e.* no se

tomaron muestras en todas las unidades experimentales) y por lo tanto, se presenta el error estándar más alto.

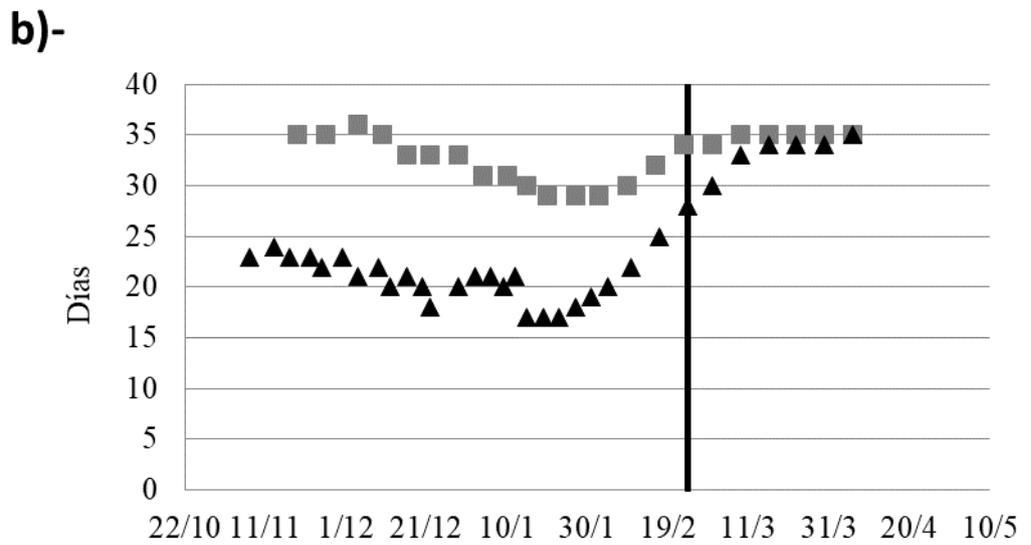
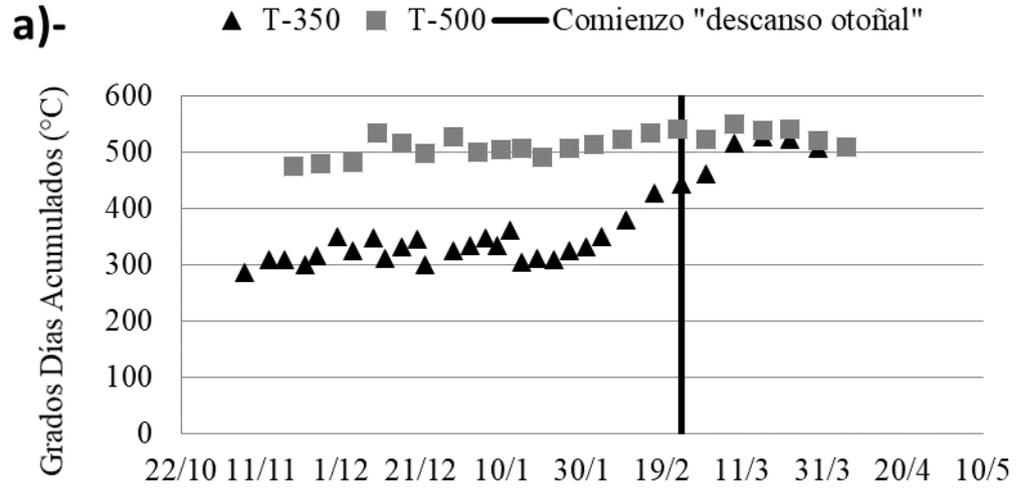
3. RESULTADOS

3.1. Intervalo entre pastoreos, número de pastoreos y días de permanencia.

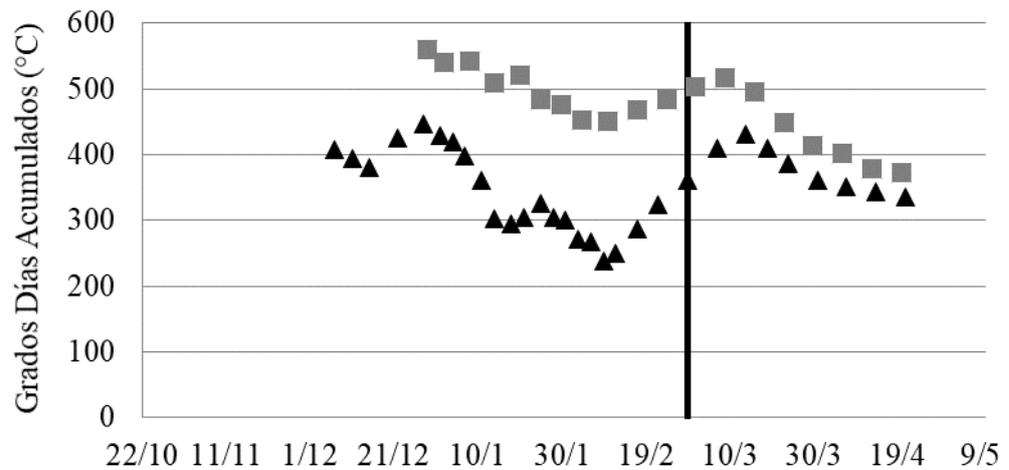
El tratamiento T-350 alcanzó mayor número de pastoreos en ambos años (6,3 vs 4,7 pastoreos en Año 1 y 6,0 vs 4,2 pastoreos en Año 2).

Para alcanzar los intervalos entre pastoreos deseados los animales permanecieron más tiempo en cada franja durante “primavera-verano” en T-500 (~ 6 días) que en T-350 (~ 4 días). En este período, en ambos años, el intervalo entre pastoreos fue relativamente acorde a lo pre-establecido, es decir muy similar a 350 GDA en T-350 y a 500 GDA en T-500 (Figura 1a, c). Esto implicó que en este período para T-350 el intervalo entre pastoreos fue de 21 días (rango= 17-25 días) para el Año 1 y de 20 días (rango= 15-38 días) para el Año 2 (Figura 1b, d). Por su parte, para T-500 durante “primavera-verano” el intervalo entre pastoreos fue de 32 días (rango=29-36) en Año 1 y de 30 días (rango=27-35) en Año 2. A partir de mediados de febrero (*i.e.* en el período considerado de “descanso otoñal”), el intervalo entre pastoreos fue cercano a 500 GDA en ambos tratamientos, sólo en el Año 1 (Figura 1a, c). Esto implicó que, para este año, el intervalo fue de 33 (rango = 28-35 días) y 35 días (rango = 34-35 días) para T-350 y T-500, respectivamente. Sin embargo, en el Año 2 los tratamientos tendieron a igualarse más avanzado el verano y el intervalo entre pastoreos fue menor al valor pre-establecido de 500 GDA (379 y 441 GDA para T-350 y T-500, respectivamente). Esto

implicó que, durante este segundo año, el intervalo fue de 31 días (rango =27-33 días) para T-350 y de 35 días (rango = 32-35 días) para T-500 (Figura 1b, d).



c)-



d)-

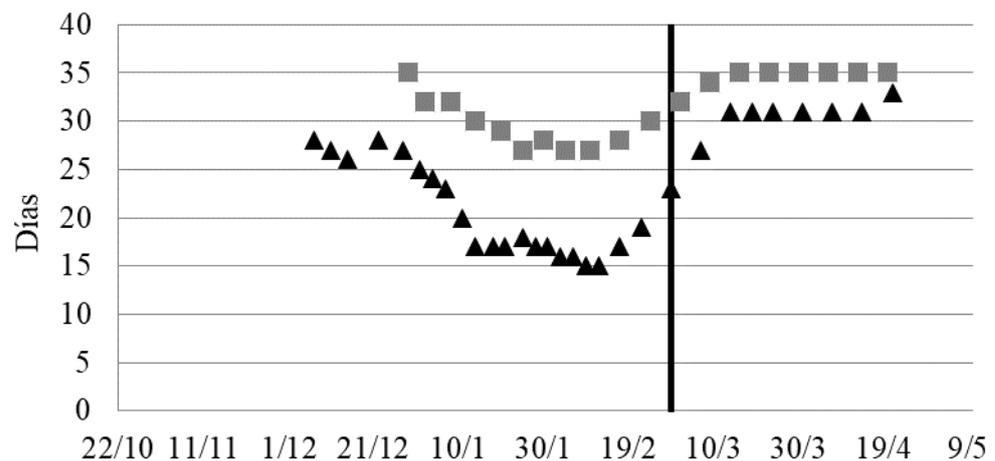


Figura 1. Intervalo entre pastoreos expresados en grados días acumulados (a y c) y en días (b y d) en las franjas de pastoreo (n=6) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) en Año 1 (a y b) y Año 2 (c y d). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

3.2. Asignación de forraje

En el Año 1, la asignación de forraje se mantuvo igual entre tratamientos, excepto para los dos últimos períodos (Figura 2a) donde la asignación fue superior en T-500 para el período que comprende la fecha media de pesada del 19/02/2015 (2,3 y 2,7% para T-350 y T-500, respectivamente) y la fecha media de pesada del 23/03/2015 (2,9 y 3,1% para T-350 y T-500, respectivamente). En el Año 2, sólo hubo diferencias entre tratamientos para el período que corresponde a la última fecha media de pesada, siendo nuevamente mayor la asignación para T-500 (Figura 2b).

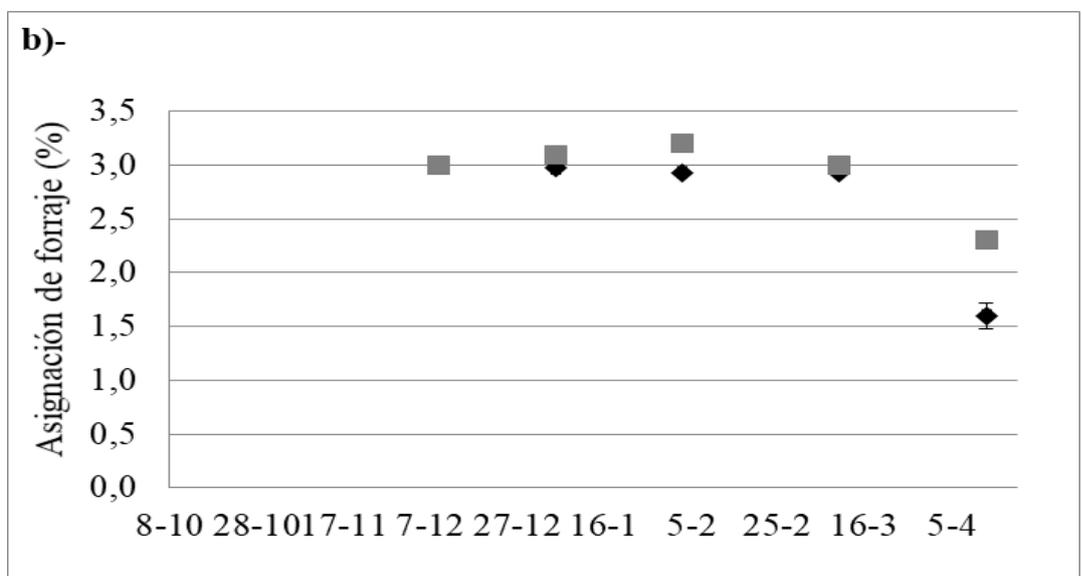
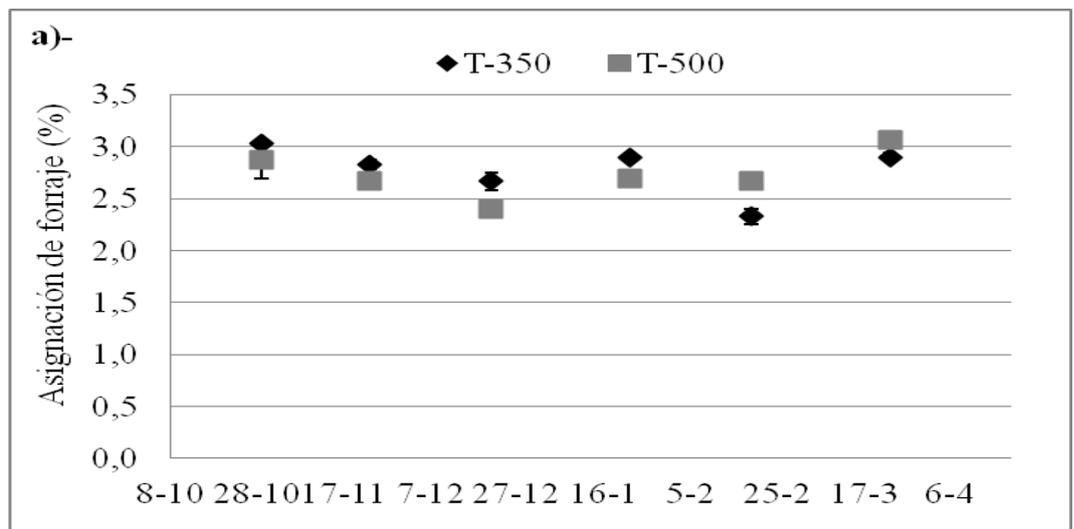


Figura 2. Asignación de forraje (%) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en primavera-verano y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) en Año 1 (a-) y Año 2 (b-).

3.3. Estructura pre-pastoreo de la pastura

3.3.1. Biomasa de entrada.

En ambos años la biomasa disponible pre-pastoreo fue durante todo el período superior ($P < 0,05$) en T-500 con respecto a T-350 (Figura 3 a y b). En ambos tratamientos, la biomasa disponible pre-pastoreo fue superior en el Año 2 para período total (Figura 3 a y b). No se observa efecto interacción año x tratamiento ($P > 0,05$) para el período total y “primavera-verano”, pero existió interacción ($P < 0,05$) en el período “descanso otoñal”, siendo mayor la biomasa de entrada en T-500 en Año 1 (1843 kg MS ha⁻¹), seguido de T-350 en Año 1 (1650 kg MS ha⁻¹). Las menores biomásas en este período se dieron en Año 2 (T-500 = 1399 kg MS ha⁻¹ y T-350 = 960 kg MS ha⁻¹).

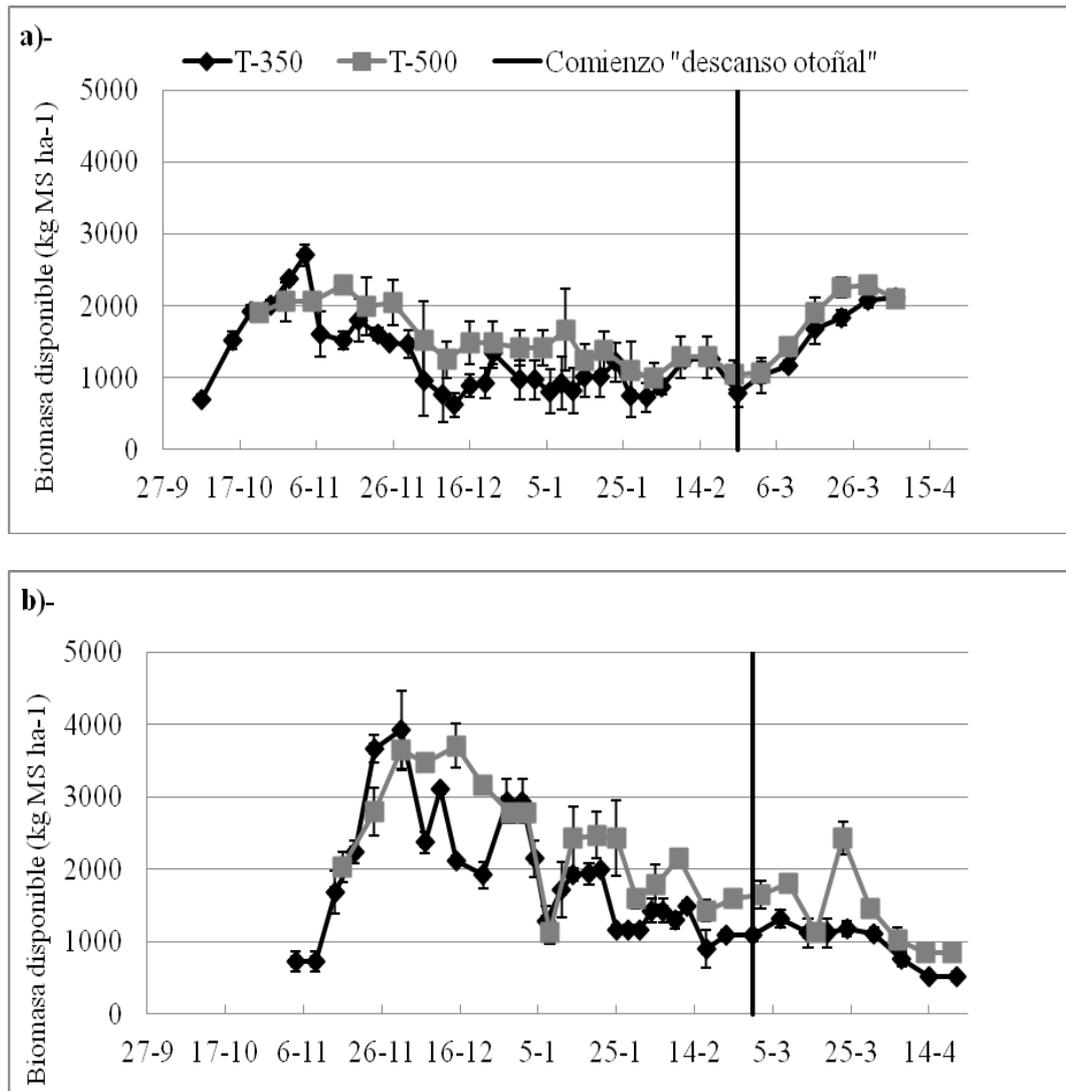


Figura 3. Biomasa disponible prepastoreo en cada franja (kg MS ha⁻¹) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

3.3.2. Tasa de crecimiento

En ambos años, la tasa de crecimiento fue superior ($P < 0,05$) en T-350 (+17% en Año 1 y +20% en Año 2 con respecto a T-500), siendo la tasa de Año 2 un 33% mayor ($P < 0,05$) que la de Año 1. No se observó efecto interacción año x tratamiento para ninguno de los períodos evaluados.

Para el período “primavera-verano” T-350 también superó a T-500 (+28% en el Año 1 y + 23% para Año 2; Figura 4). Las tasas de Año 2 en este período también fueron un 56% mayores ($P < 0,05$)

En el período de “descanso otoñal”, el valor promedio de las tasas no se diferenció significativamente ($P > 0,43$) entre tratamientos en Año 1, pero si en Año 2, siendo mayor ($P < 0,05$) para T-500 (41 vs 31 kg MS ha⁻¹ d⁻¹).

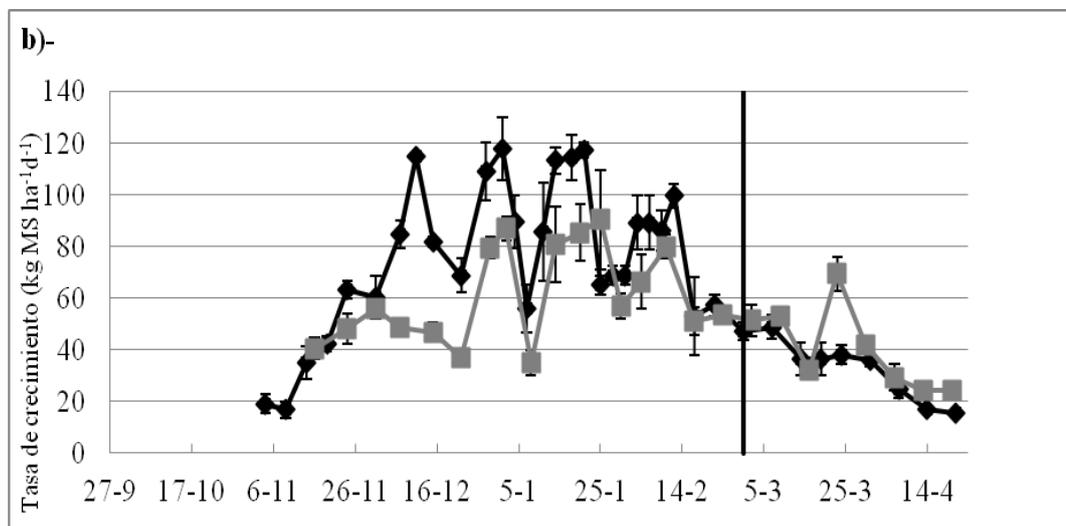
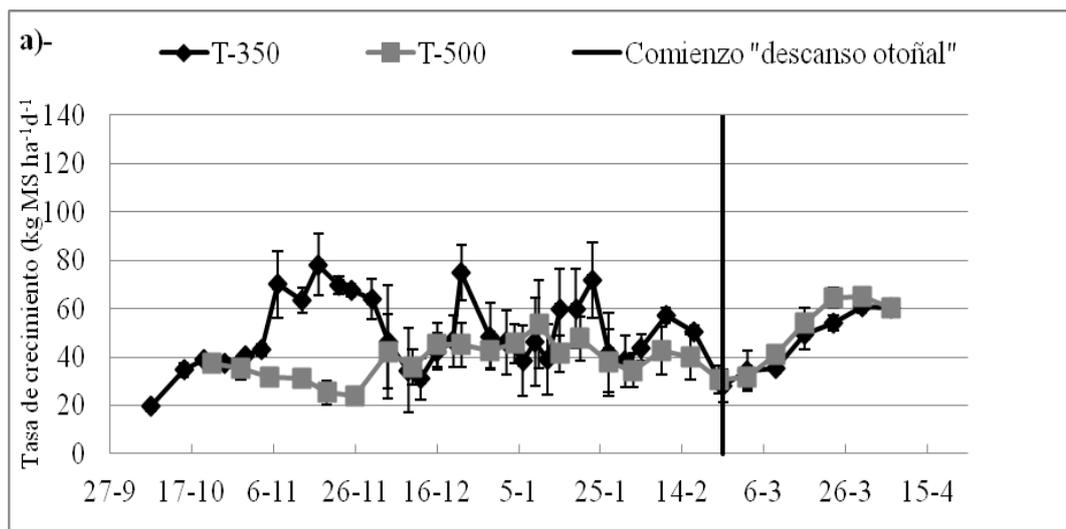


Figura 4. Tasas de crecimiento en función de la fecha de ingreso a cada franja ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ d}^{-1}$) para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

3.3.3 Producción de forraje

Las mayores tasas de crecimiento observadas en T-350 respecto de T-500 y en el Año 2 respecto del Año 1, derivaron en una superior producción de forraje acumulado para el período total en T-350 ($P < 0,03$) y en el Año 2 ($P < 0,01$), sin detectarse interacción año x tratamiento ($P > 0,85$; Cuadro 1).

La diferencia entre tratamientos se explicó por la mayor producción de forraje de T-350 respecto de T-500 en “primavera-verano” (Cuadro 1). Por su parte, durante el período de unificación de los tratamientos (“descanso otoñal”) se observó interacción año x tratamiento ($P < 0,009$). En este período, T-500 superó a T-350 en ambos años y mientras que T-500 mostró similar producción entre años, la producción en T-350 fue menor en el Año 2 que en el Año 1.

Cuadro 2. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable producción acumulada de forraje (PF, Kg

MS·ha⁻¹), durante el total del período experimental, en “primavera-verano” y en “descanso otoñal”.

Tratamiento	Año	Producción acumulada de forraje (Kg MS·ha ⁻¹)		
		Total	Primavera-Verano	Descanso otoñal
T-350	1	8263	6613	1650 b
T-500	1	6995	5153	1843 a
T-350	2	9883	8609	1274 c
T-500	2	8774	6909	1865 a
EE		409	387	523
<i>P</i> año		0,01	<0,01	0,01
<i>P</i> tratamiento		0,03	<0,01	<0,01
<i>P</i> año x tratamiento		0,85	0,77	<0,01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

3.3.4. Proporción de hoja

T-350 alcanzó mayor ($P < 0,05$) proporción de hojas que T-500 (0,63 vs 0,60) y en Año 1 la pastura en promedio tuvo mayor ($P < 0,05$) proporción de hojas que Año 2 (0,66 vs 0,57). La interacción año x tratamiento no fue significativa.

En Año 1, la mayor proporción de hoja de T-350 se observó en octubre y noviembre (Figura 5-a), mientras que en Año 2, sólo superó a T-500 en el mes de diciembre (Figura 5-b).

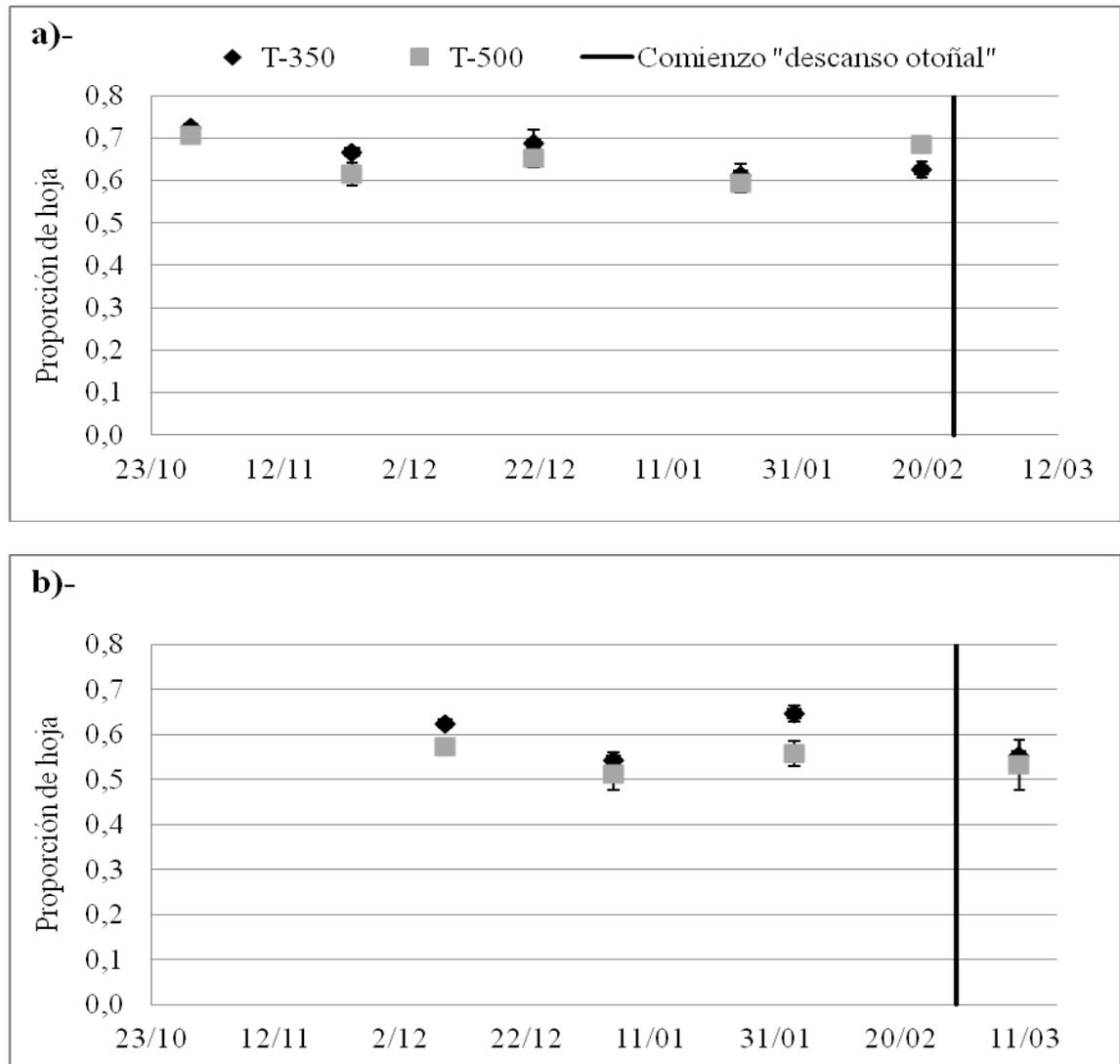


Figura 5. Proporción de hojas (gr MS de hoja/ gr MS de hoja+gr MS tallo) en función de fecha media de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

3.3.5. Altura del canopeo y número de nudos en el tallo principal

La altura pre-pastoreo (Figura 6) fue mayor ($P < 0,05$) en T-500 respecto a T-350 (46 vs 37 cm) y en Año 2 respecto a Año 1 (50 vs 32 cm) para el período total. No se observó ($P > 0,05$) interacción año x tratamiento para ninguno de los períodos evaluados

Durante “primavera-verano” se observó lo mismo que en el período total, T-500 superó ($P < 0,05$) a T-350 (46 vs 37 cm) y Año 2 a Año 1 (51 vs 32 cm), mientras que en el período “descanso otoñal” existió efecto tratamiento ($P < 0,05$; 40 vs 34 cm. para T-500 y T-350, respectivamente) pero no efecto año ($P > 0,05$; 37 cm promedio).

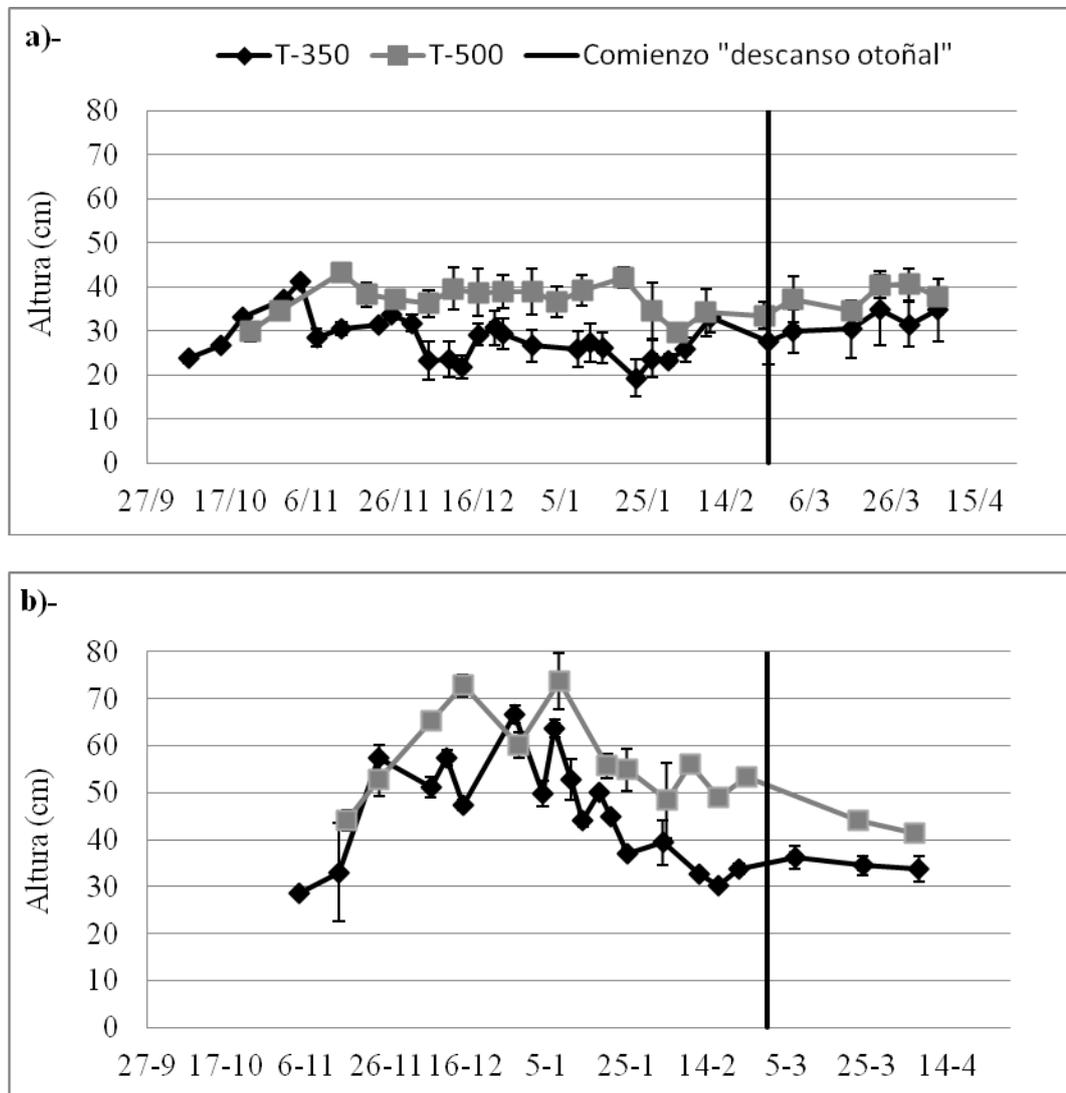


Figura 6. Altura de planta (cm) al ingreso de cada franja de pastoreo para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-

verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

El número de nudos/tallo al ingreso del pastoreo (Figura 7) fue superior ($P < 0,05$) en T-500 respecto a T-350 (13 vs 10 nudos) y fue mayor ($P < 0,05$) en Año 2 respecto a Año 1 (13 vs 11 nudos) para período total. No se observó efecto interacción ($P > 0,05$) para ninguno de los períodos evaluados.

Para el período “primavera-verano” T-500 también fue superior en número de nudos en el tallo principal respecto a T-350 (13 vs 10 nudos) y Año 2 superior ($P < 0,05$) a Año 1 (12 vs 10 nudos). Para período “descanso otoñal” solo se observó efecto año siendo mayor ($P < 0,05$) Año 1 respecto a Año 2 (13 vs 12 nudos).

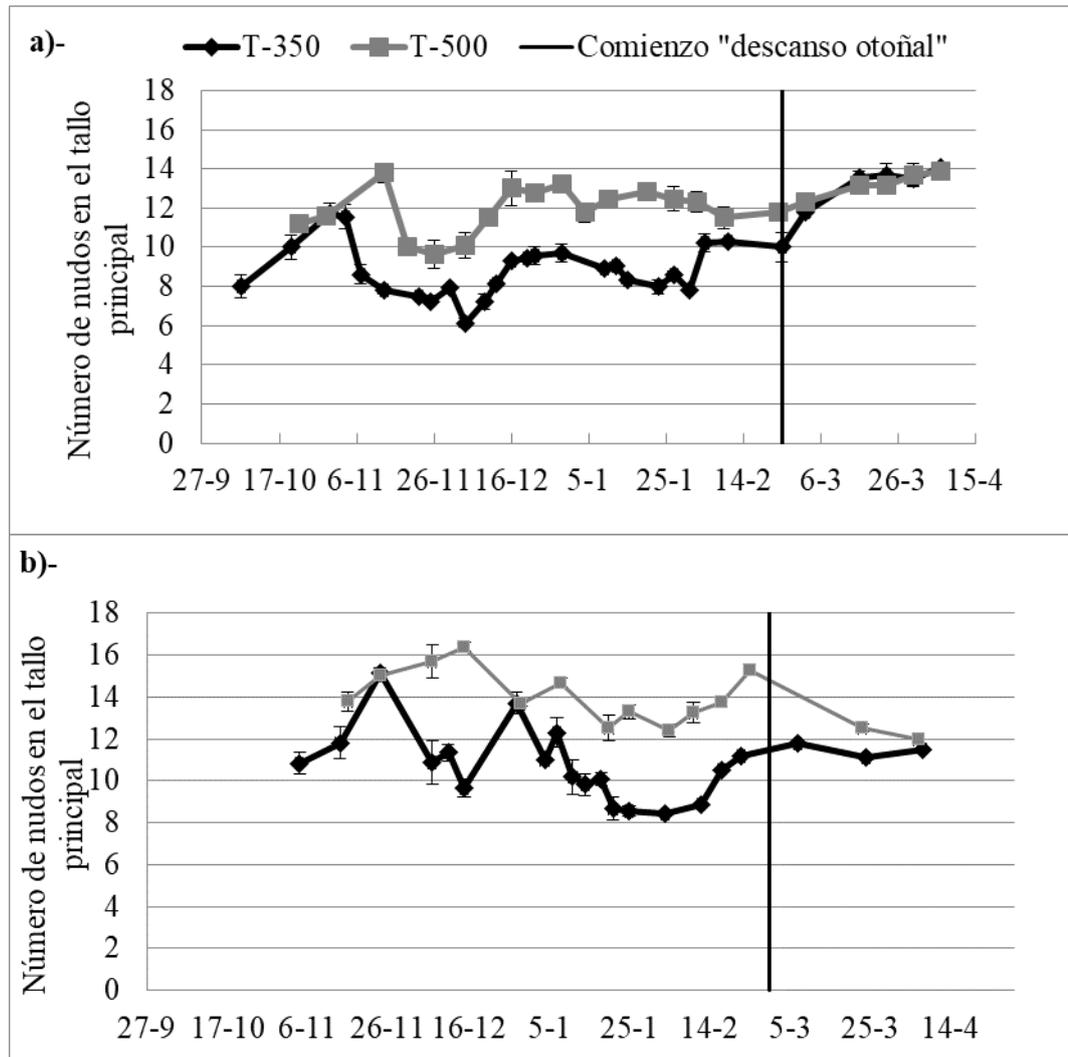


Figura 7. Número de nudos en el tallo principal al ingreso de cada franja de pastoreo para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

3.3.6. Densidad de biomasa

Para la variable densidad de biomasa (Figura 8) no hubo diferencia entre los tratamientos evaluados en ninguno de los dos años. La densidad en ambos años muestra una caída importante en los meses de verano, observándose que en Año 2 esa caída continúa hasta finalizar el ensayo. Esta variable fue en promedio un 25% mayor ($P < 0,05$) en Año 1 que en Año 2 ($0,45$ vs $0,36$ mg cm^{-3}).

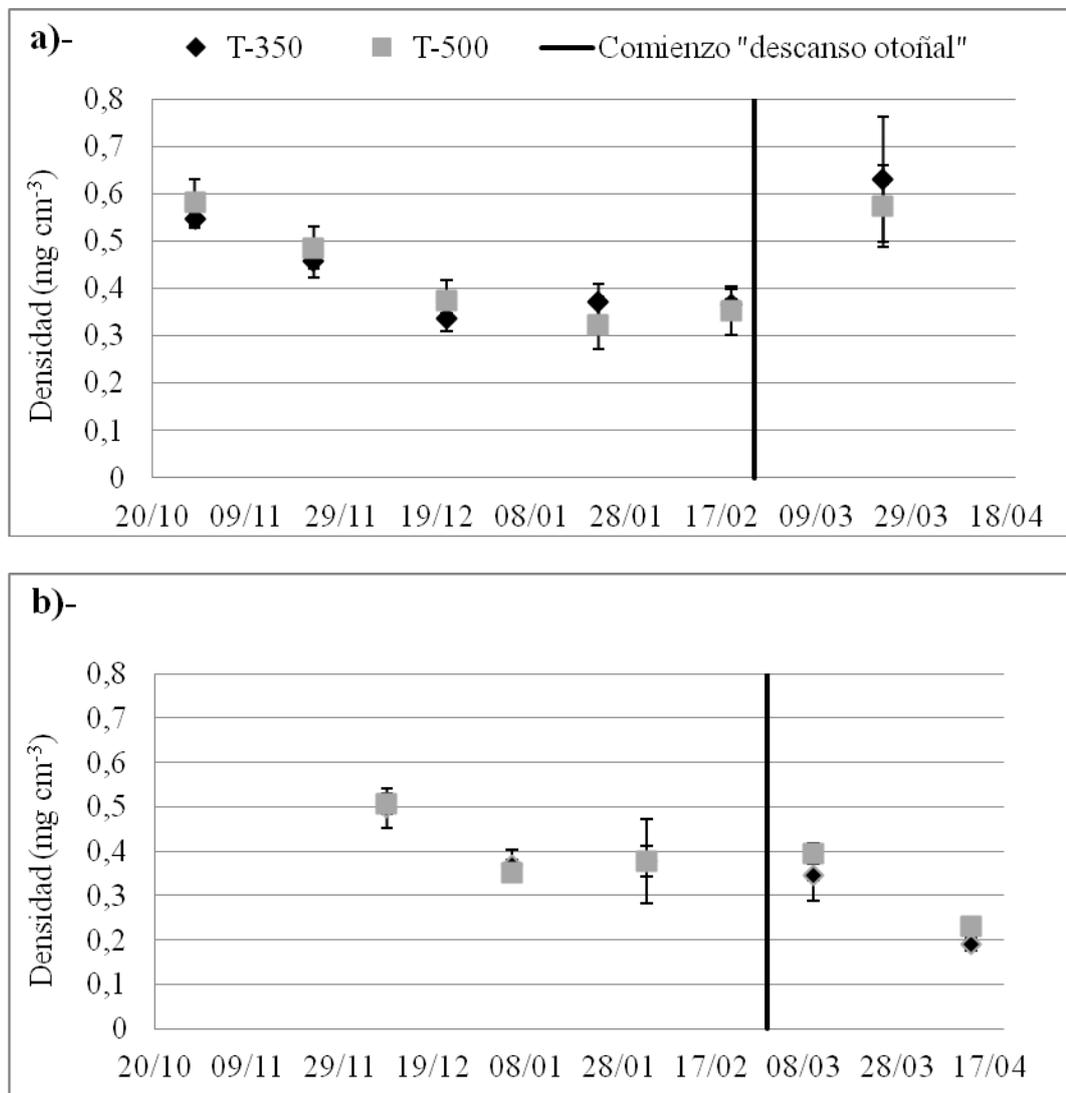


Figura 8. Densidad de biomasa (mg cm^{-3}) en función de fechas medias de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~ 350 - 400 GDA en “primavera-verano” y ~ 500 - 550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón

floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

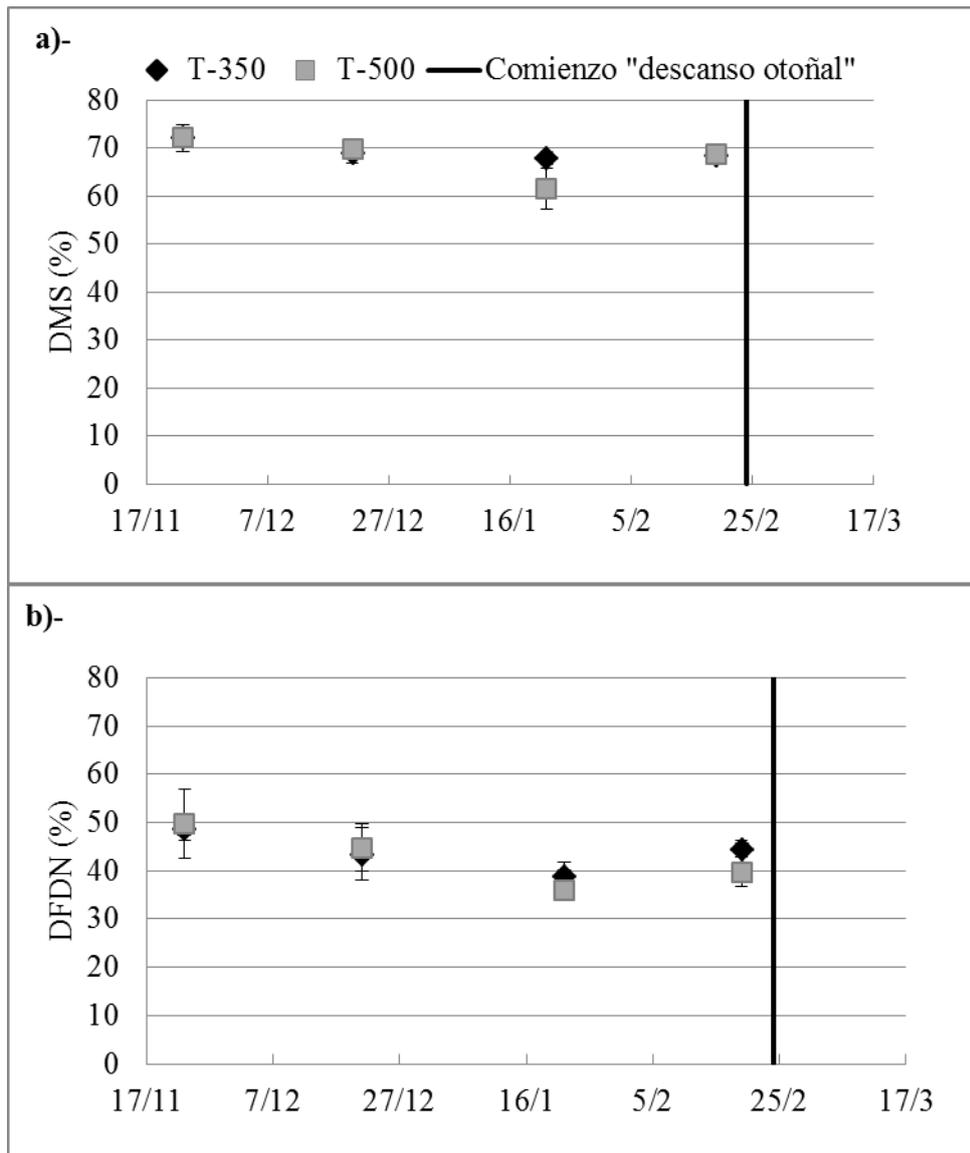
3.3.7. Calidad nutritiva pre-pastoreo

Se observó un mayor %PB para T-350 y una tendencia ($P < 0,10$) a un menor %FDN y mayor %DMS que en T-500 (Cuadro 3). DFDN no se diferenció estadísticamente ($P > 0,05$) entre tratamientos. Para todas las variables, excepto DFDN, se encontró efecto año ($P < 0,05$), resultando los valores de Año 1, respecto del Año 2, superiores en %DMS y %PB e inferiores en %FDN (Cuadro 3).

Para el ciclo completo, no se observó efecto interacción año x tratamiento para ninguna de las variables de calidad analizadas ($P > 0,05$).

En el Año 1 (Figura 9) no hubo diferencias entre tratamientos para las variables de calidad nutritiva analizadas. En este año solo se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos en %PB en el mes de diciembre, resultando mayor este valor en T-350 respecto a T-500 (24 vs 20 %). Promediando ambos tratamientos, los menores valores de DMS (65%), DFDN (37%), PB (22%) y los mayores valores de FDN (37%) se observaron en enero.

Para el Año 2 (Figura 10) no se observaron marcadas diferencias entre tratamientos encontrándose diferencias significativas en el mes de febrero para FDN (40 y 36% para T-500 y T-350, respectivamente) y para PB (24 y 20% para T-350 y T-500, respectivamente). Nuevamente, se observaron los menores valores de DMS (61%), DFDN (33%) y los mayores de FDN (40%) durante el mes de enero.



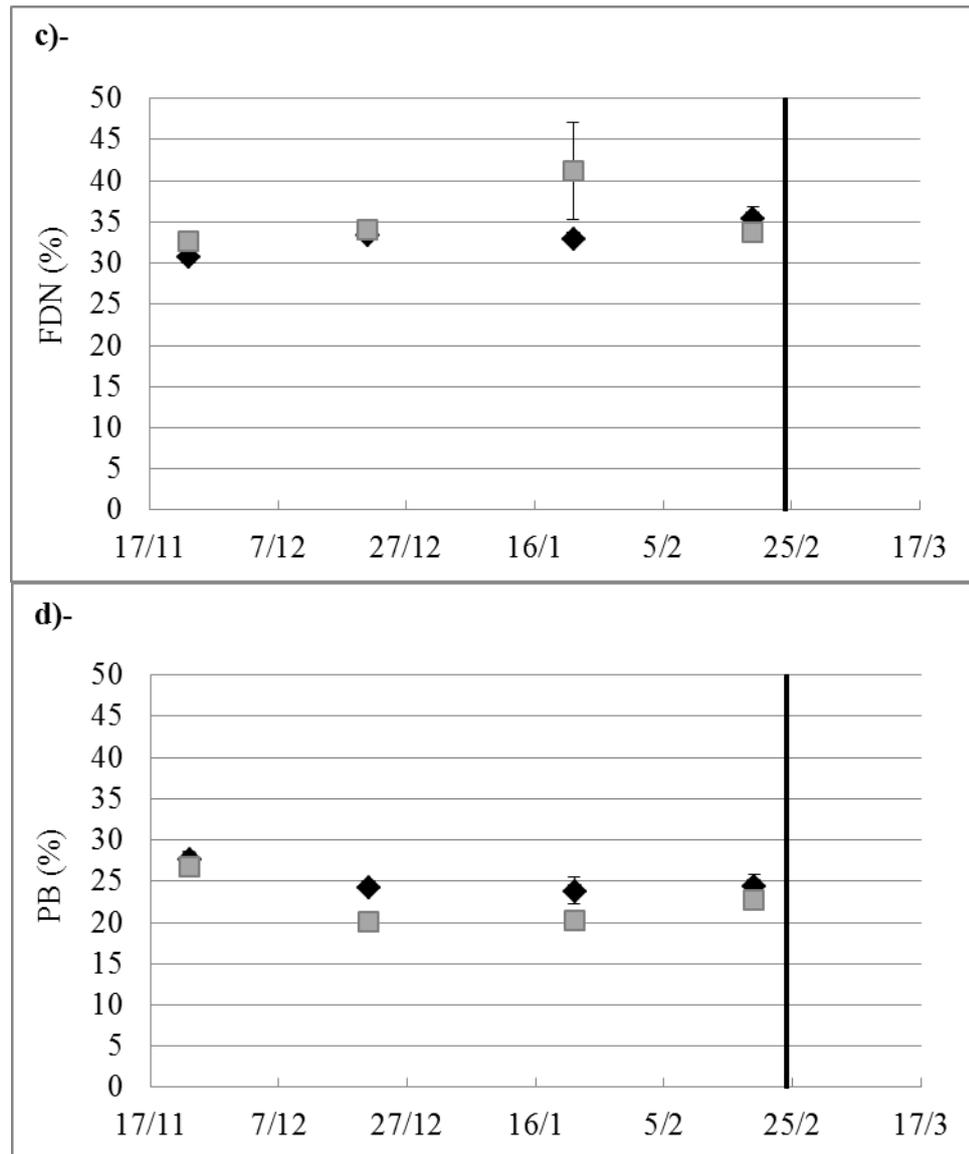
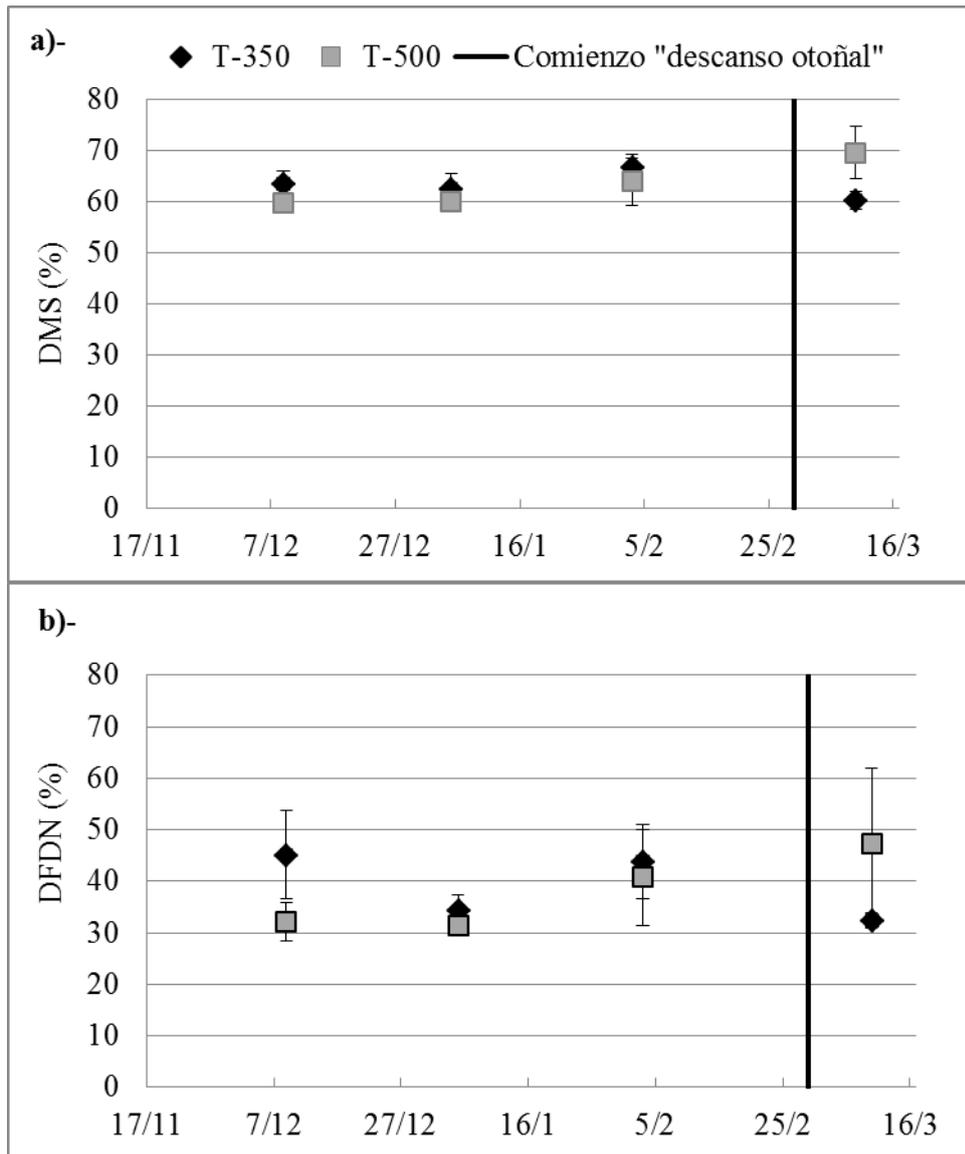


Figura 9. Variables de calidad de la pastura (digestibilidad de la materia seca -DMS, %; a-, digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro -DFDN, %; b-, fibra detergente neutro -FDN, %; c- y proteína bruta -PB, %; d-) en función de fechas medias de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para Año 1. La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).



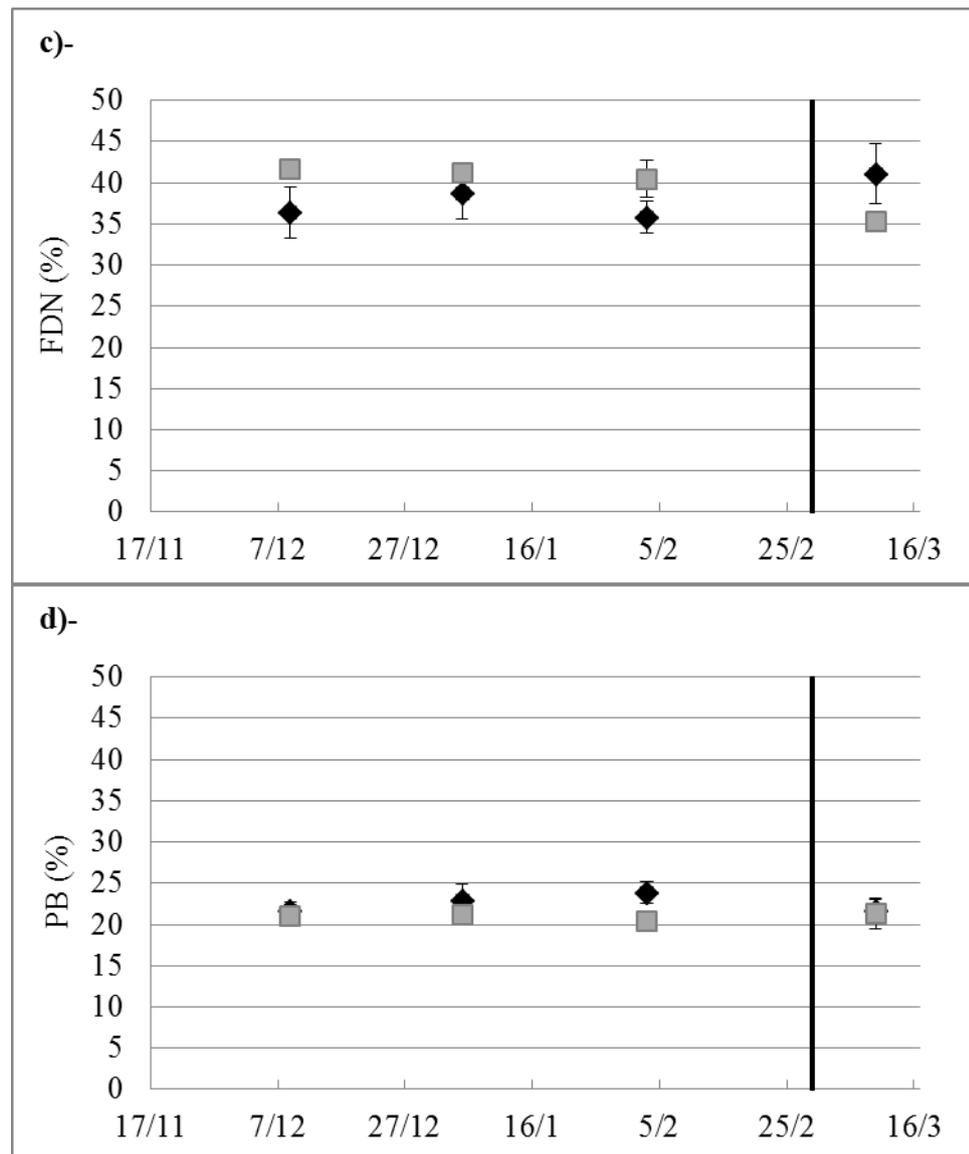


Figura 10. Variables de calidad de la pastura (digestibilidad de la materia seca -DMS, %; a-, digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro -DFDN, %; b-, fibra detergente neutro -FDN, %; c- y proteína bruta -PB, %; d-) en función de fechas medias de pesada para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para Año 2. La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

En ambos tratamientos y años la calidad nutritiva prepastoreo de la biomasa fue menor durante los meses de verano.

Cuadro 3. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para las variables promedios de calidad de la pastura de todo el período de evaluación (DMS: digestibilidad de la materia seca; FDN: fibra detergente neutro; DFDN: digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro y PB: proteína bruta).

Tratamiento	Año	Variables de calidad (%)			
		DMS	FDN	DFDN	PB
T-350	1	69,3	33,2	43,5	24,6
T-500	1	67,2	35,6	40,9	23,0
T-350	2	63,5	37,7	37,3	22,6
T-500	2	63,1	39,7	37,5	21,0
EE		1,43	1,21	2,9	0,31
<i>P</i> Año		0,03	<0,01	0,14	<0,01
<i>P</i> Tratamiento		0,09	0,08	0,58	<0,01
<i>P</i> Año x Tratamiento		0,86	0,84	0,86	0,38

3.4. Respuesta animal

3.4.1. Carga

Las diferencias más importantes en carga animal (Figura 11) se dan en el período “primavera-verano” para ambos años.

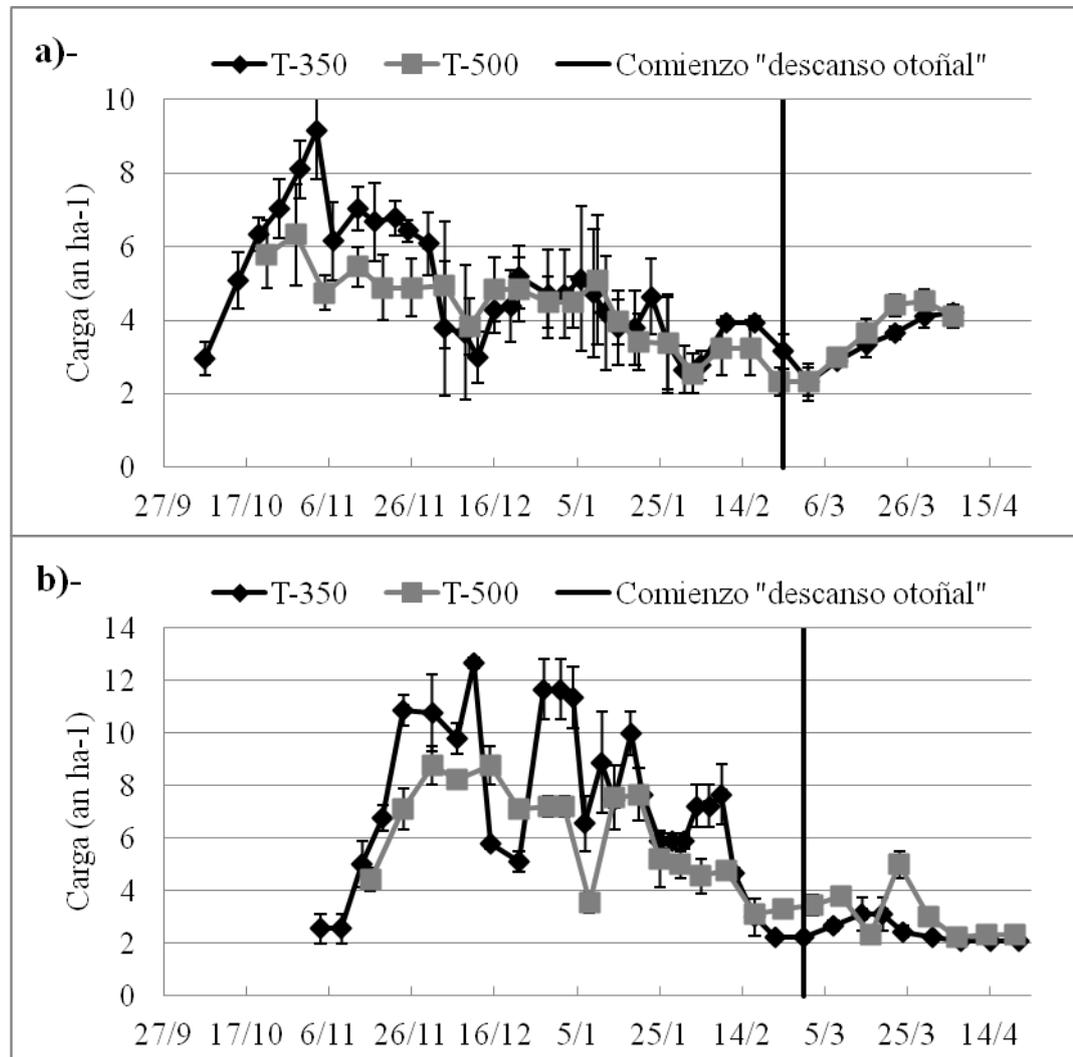


Figura 11. Carga (animales ha^{-1}) de cada franja de pastoreo para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada $\sim 350-400$ GDA en “primavera-verano” y $\sim 500-550$ GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada $\sim 500-550$ GDA todo el período) y para Año 1 (a) y Año 2 (b). La línea negra vertical muestra el momento a partir del cual el intervalo entre pastoreos entre ambos tratamientos se comenzó a igualar (comienzo del “descanso otoñal”).

La carga animal para el período total (Cuadro 4) en el tratamiento T-350 fue superior ($P < 0,05$) en un 14% respecto a T-500 y a su vez Año 2 superó ($P < 0,05$) en un 28% a Año 1. No se encontró efecto interacción año x tratamiento ($P > 0,05$) para el período total, como tampoco para el período “primavera-verano”.

En el período “primavera-verano” existió efecto tratamiento y efecto año (Cuadro 4), resultando un 20% superior ($P < 0,05$) en el tratamiento T-350 respecto a T-500, y un 52% más ($P < 0,05$) carga en el Año 2 que en el Año 1.

Durante el período de “descanso otoñal”, se observó una interacción año x tratamiento ($P < 0,05$). Esto se debió a que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el Año 1 pero la carga fue significativamente menor en T-350 respecto a T-500 en el Año 2 (Cuadro 4). En este período la carga fue superior ($P < 0,05$) en ambos tratamientos en el Año 1 respecto del Año 2 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable carga (C, $\text{an}\cdot\text{ha}^{-1}$) durante el total del período experimental, “primavera-verano” y “descanso otoñal”.

Tratamiento	Año	Carga ($\text{an}\cdot\text{ha}^{-1}$)		
		Total	Primavera-Verano	Descanso otoñal
T-350	1	4,7	5,1	3,5 a
T-500	1	4,1	4,3	3,6 a
T-350	2	6,0	7,8	2,4 c
T-500	2	5,3	6,5	3,0 b

EE	0,29	0,37	0,08
<i>P</i> año	0,02	<0,01	<0,01
<i>P</i> tratamiento	<0,01	<0,01	<0,01
<i>P</i> año x tratamiento	0,84	0,58	0,04

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

3.4.2. Aumento diario de peso vivo (ADPV)

Para la variable ADPV en el período total (Cuadro 5) no se encontró efecto interacción ($P > 0,85$), pero sí efecto tratamiento ($P < 0,05$) y efecto año ($P < 0,05$), superando T-350 a T-500 (0,63 vs 0,58 kg animal⁻¹día⁻¹) y Año 1 a Año 2 (0,67 vs 0,54 kg animal⁻¹día⁻¹).

Para “primavera-verano” no se observaron diferencias entre años, entre tratamientos, ni en su interacción ($P > 0,05$). Para el período de “descanso otoñal” (Cuadro 5) sólo se encontró efecto año ($P < 0,05$), superando Año 1 a Año 2 (0,70 vs 0,49 kg animal⁻¹día⁻¹).

Cuadro 5. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) para la variable aumento diario de peso vivo (ADPV, kg an⁻¹ día⁻¹) durante el total del período experimental, “primavera-verano” y “descanso otoñal”.

Tratamiento	Año	ADPV (kg an ⁻¹ día ⁻¹)
-------------	-----	---

		Total	Primavera-Verano	Descanso otoñal
T-350	1	0,69	0,68	0,72
T-500	1	0,64	0,63	0,68
T-350	2	0,56	0,59	0,51
T-500	2	0,52	0,55	0,46
EE		0,02	0,03	0,03
<i>P</i> año		<0,01	0,18	<0,01
<i>P</i> tratamiento		<0,01	0,17	0,22
<i>P</i> año x tratamiento		0,85	0,81	0,87

La dinámica de la variable ADPV a través del desarrollo de los experimentos se presenta en el cuadro 6. En Año 1, no se observó diferencias entre tratamientos ($P > 0,05$) en ninguna de las fechas medias de pesadas. Mientras que, en Año 2 sólo se observó diferencias significativas entre tratamientos a favor de T-350 en la fecha media de pesada de febrero. En ambos años, se registraron caídas en el ADPV: en Año 1 se observó en las fechas medias de pesadas de diciembre y enero y en Año 2 en los meses de enero y abril (Cuadro 6).

Cuadro 6. Aumento diario de peso vivo (ADPV, $\text{Kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$) para los distintos meses cada fecha media entre pesadas y para cada tratamiento (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período) y año de evaluación (Año 1 y Año 2).

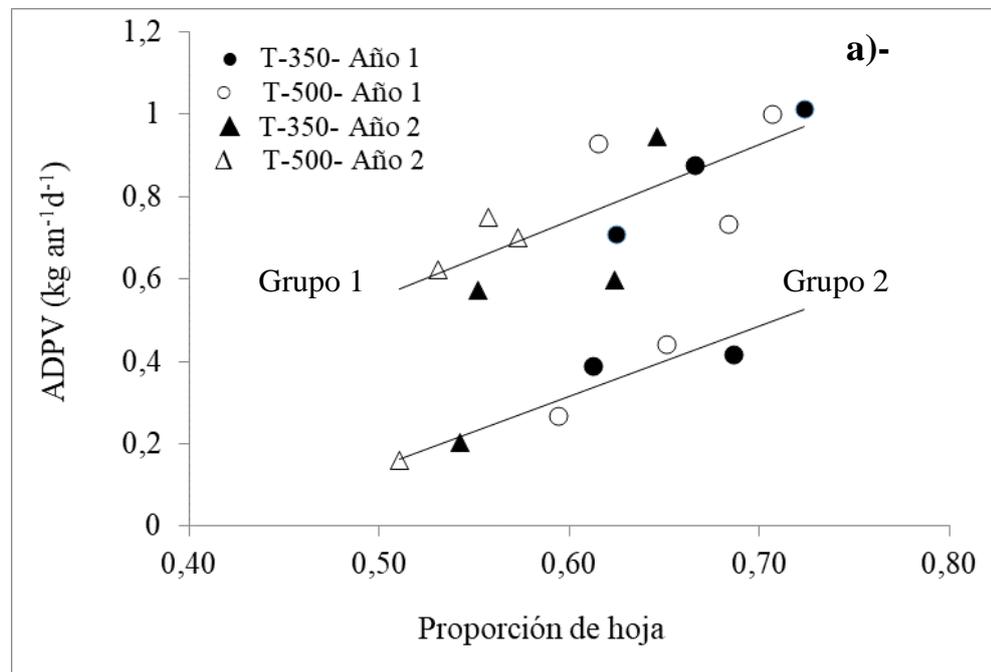
ADPV Año 1 ($\text{Kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

Fecha de pesada	15/10/14	13/11/14	04/12/14	08/01/15	05/02/15	06/03/15	09/04/15
Fecha media de pesada		29/10/14	23/11/14	21/12/14	22/01/15	19/02/15	23/03/15
ADPV T-350		1,01	0,88	0,42	0,39	0,71	0,72
ADPV T-500		1,00	0,93	0,44	0,27	0,74	0,67
Promedio		1,01	0,91	0,43	0,33	0,73	0,70
EE		0,03	0,03	0,09	0,04	0,01	0,04
P valor		0,77	0,38	0,89	0,14	0,29	0,42
ADPV Año 2 (Kg an⁻¹ día⁻¹)							
Fecha de pesada		26/11/15	22/12/15	20/01/16	18/02/16	31/03/16	27/04/16
Fecha media de pesada			09/12/15	05/01/16	03/02/16	10/03/16	13/04/16
ADPV T-350			0,6	0,2	0,94	0,57	0,43
ADPV T-500			0,7	0,16	0,75	0,62	0,27
Promedio			0,65	0,18	0,85	0,6	0,35
EE			0,14	0,04	0,02	0,10	0,06
P valor			0,65	0,48	0,03	0,76	0,20

3.4.3. Relación entre valor nutritivo y ganancia animal

Analizando la relación entre el ADPV con la proporción de hojas y la digestibilidad de la FDN se observó que los datos se pueden dividir en dos grupos

distintos (Figura 12). El primer grupo incluyó las pesadas donde el forraje asignado fue cercano al 3% del peso vivo y donde las condiciones climáticas eran templadas (*e.g.* primavera, finales del verano y otoño, $\sim 16^{\circ}\text{C}$ de temperatura media diaria). El segundo grupo incluyó fechas de pesadas en las que la ingesta diaria pudo haberse visto afectada por el clima cálido ($\sim 21^{\circ}\text{C}$ de temperatura media diaria). Con un valor nutritivo similar (*i.e.* una proporción similar de hojas antes del pastoreo o una digestibilidad de la FDN similar), los aumentos diarios de peso vivo fueron mayores en el primer grupo (Figura 12). En ambos grupos, las diferencias en ADPV se explicaron por las diferencias en proporción de hoja y DFDN y el poder explicativo de dichos valores fue mayor (R^2 más alto) en el segundo grupo (Figura 12).



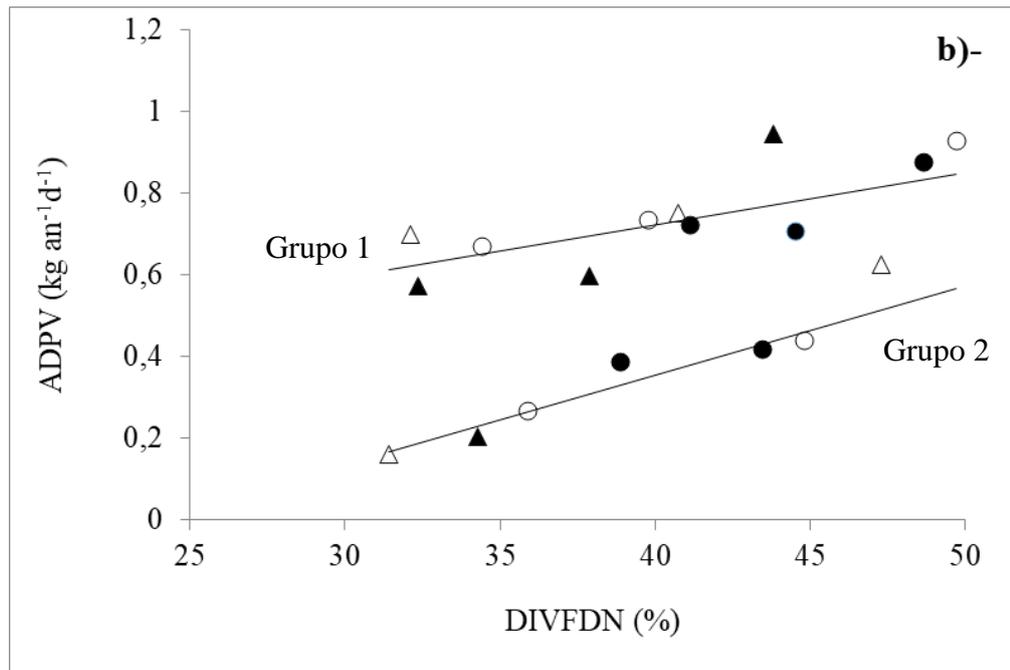


Figura 12. Relación entre aumento diario de peso vivo (ADPV; $\text{kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y (a) proporción de hoja y (b) digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN; %) para animales pastoreando alfalfa y sometidos a los tratamientos T-350 (Ingreso anticipado y pastoreos cada $\sim 350\text{-}400$ GDA en “primavera-verano” y $\sim 500\text{-}550$ GDA en “descanso otoñal”) y T-500 (Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada $\sim 500\text{-}550$ GDA todo el período). Ecuaciones en (a): Grupo 1 ($n = 12$, $R^2: 0,54$): $\text{ADPV} = -0,342 (\pm 0,235) + 1,806 (\pm 0,372) \times \text{proporción de hoja}$; Grupo 2 ($n = 6$, $R^2: 0,89$): $\text{ADPV} = -0,770 (\pm 0,227) + 1,806 (\pm 0,372) \times \text{proporción de hoja}$. Ecuación en (b): Grupo 1 ($n = 12$, $R^2: 0,40$): $\text{ADPV} = 0,115 (\pm 0,155) + 0,015 (\pm 0,004) \times \text{DFDN}$; Grupo 2 ($n = 6$, $R^2: 0,93$): $\text{ADPV} = -0,264 (\pm 0,147) + 0,015 (\pm 0,004) \times \text{DFDN}$. Cada parámetro ajustado se informa con su error estándar ($\pm \text{ES}$) para un intervalo del 95% de confianza.

3.4.4. Producción de carne

Para la producción de carne no se detectó interacción año x tratamiento en ninguno de los períodos analizados. La producción de carne por hectárea para el período total fue diferente entre los tratamientos ($P < 0,05$) alcanzando T-350 a producir, en promedio, 150 kg ha^{-1} más que T-500 (Cuadro 7). Esta diferencia global se explica por la significativamente mayor producción de T-350 respecto de T-500 observada durante el período en el cual los manejos del pastoreo contrastan (*i.e.* de “primavera-verano”). Por su parte, no se encontraron diferencias significativas durante el período en el cual el manejo del pastoreo fue similar en los tratamientos evaluados (*i.e.* “descanso otoñal”) (Cuadro 7).

No se observó efecto año para el período total como para “primavera-verano” ($P > 0,05$), pero sí se observó efecto año para el período de “descanso otoñal” ($P < 0,05$), siendo en este caso la producción de Año 1 un 38% mayor a la de Año 2 (Cuadro 7). Esto se explica porque en otoño la producción de forraje fue menor en Año 2 (Cuadro 2) en este período (en Año 2, las bajas temperaturas otoñales hicieron que la biomasa de entrada fuera menor), esto obligó a disminuir las asignaciones en este momento para mantener los animales fijos (Figura 2-b), lo que pudo restringir los consumos en este período, afectando los ADPV (Cuadro 5). Las menores producciones de forraje derivaron en menores cargas (Cuadro 4) y en menor producción de carne en el período “descanso otoñal” para Año 2.

Cuadro 7. Efectos combinados de años (Año 1 y Año 2) y tratamientos (T-350: Ingreso anticipado y pastoreos cada $\sim 350\text{-}400$ GDA en “primavera-verano” y $\sim 500\text{-}550$ GDA en “descanso otoñal”; T-500: Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada $\sim 500\text{-}550$ GDA todo el período) para la variable producción de carne (PC, kg ha^{-1}) durante el total del período experimental, “primavera-verano” y “descanso otoñal”.

Tratamiento	Año	PC (kg ha ⁻¹)		
		Total	Primavera- Verano	Descanso otoñal
T-350	1	643	533	110
T-500	1	458	349	108
T-350	2	579	509	71
T-500	2	464	377	86
EE		56	55	6
<i>P</i> año		0,72	0,98	<0,01
<i>P</i> tratamiento		<0,01	<0,01	0,28
<i>P</i> año x tratamiento		0,67	0,74	0,22

3.5. Variables asociadas a persistencia de la pastura

3.5.1. Número de plantas

No se observó diferencias significativas entre tratamientos en número de plantas por m² en los muestreos realizados durante el Año 2 en ninguna de las fechas de muestreo ($P > 0,05$). La densidad promedio disminuyó desde 86 pl m⁻² en el primer muestreo a 71 pl m⁻² en el último muestreo (Figura 13).

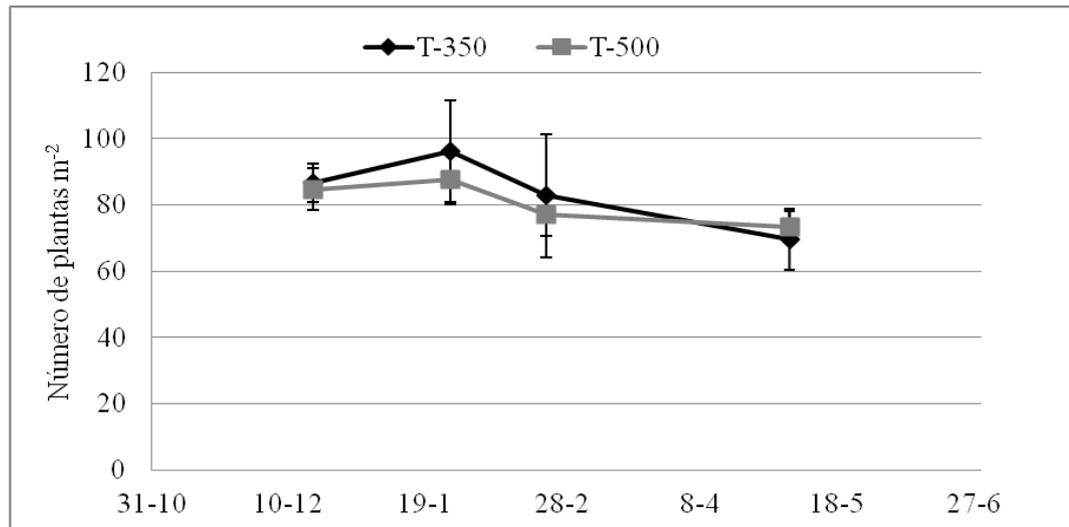


Figura 13. Número de plantas por metro cuadrado durante el último período de evaluación (Año 2) para T-350 (Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”) y T-500 (Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período).

3.5.2. Dinámica de coronas y raíces al segundo año.

Con respecto a la biomasa total de corona+raíz solo en el primer muestreo se observó diferencia ($P < 0,05$) a favor de T-500, el cuál alcanzó un 21% más de MS respecto a T-350 (4,3 vs 3,5 t MS ha⁻¹). La biomasa final promedio entre ambos tratamientos fue de 4,5 t MS ha⁻¹ (Figura 14-a).

Respecto al peso de raíces (Figura 14-b) no se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos para ninguno de los muestreos realizados, iniciando con un peso promedio de 2,3 t MS ha⁻¹ y finalizando los muestreos con un peso promedio de raíces de 2,9 t MS ha⁻¹.

La variable corona (Figura 14-c) muestra el mismo comportamiento que corona+raíces, observándose diferencias significativas solo en el primer muestreo ($P <$

0,05) resultando mayor el peso de coronas en T-500 que en T-350 (1,81 vs 1,33 t MS ha⁻¹

¹). En el último muestreo el peso de corona promedio fue de 1,8 t MS ha⁻¹.

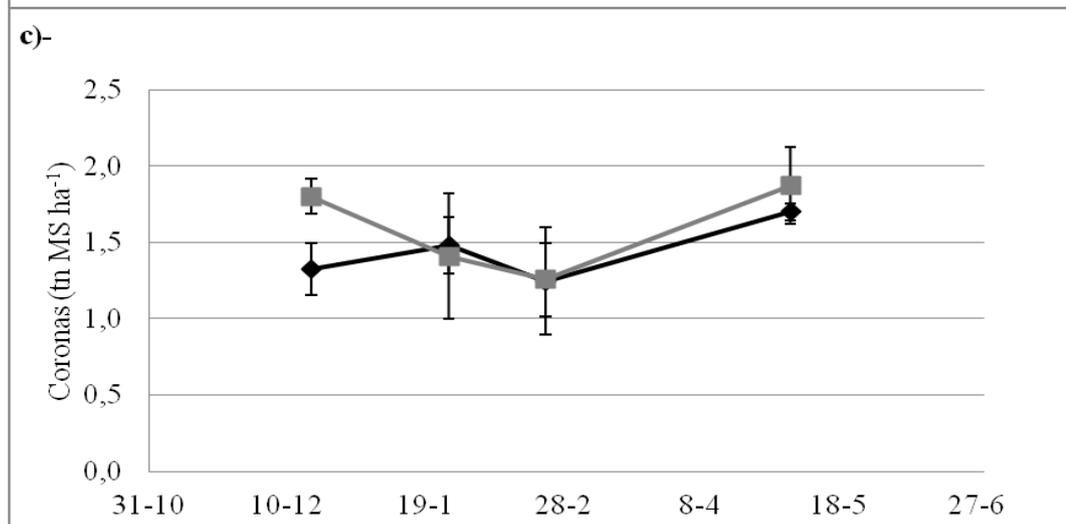
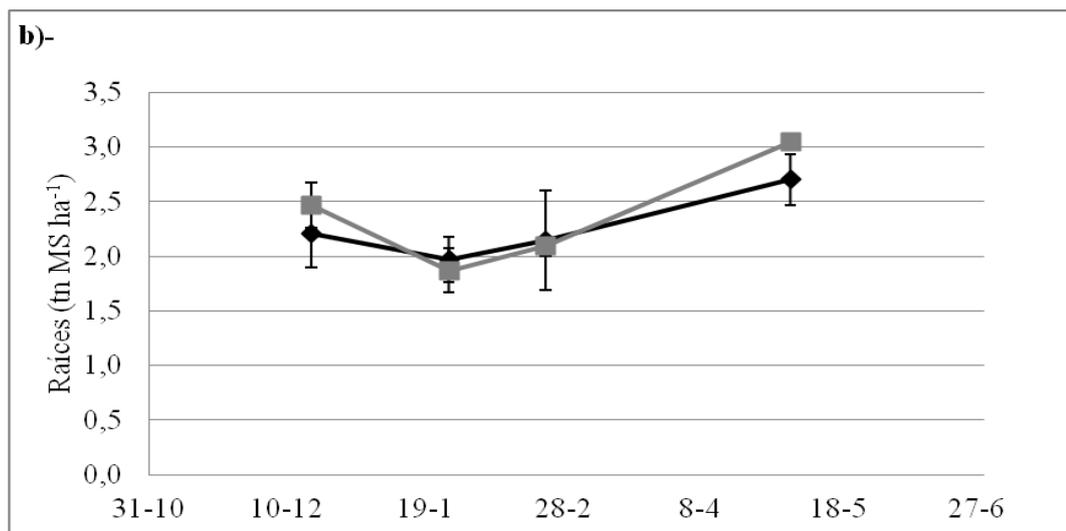
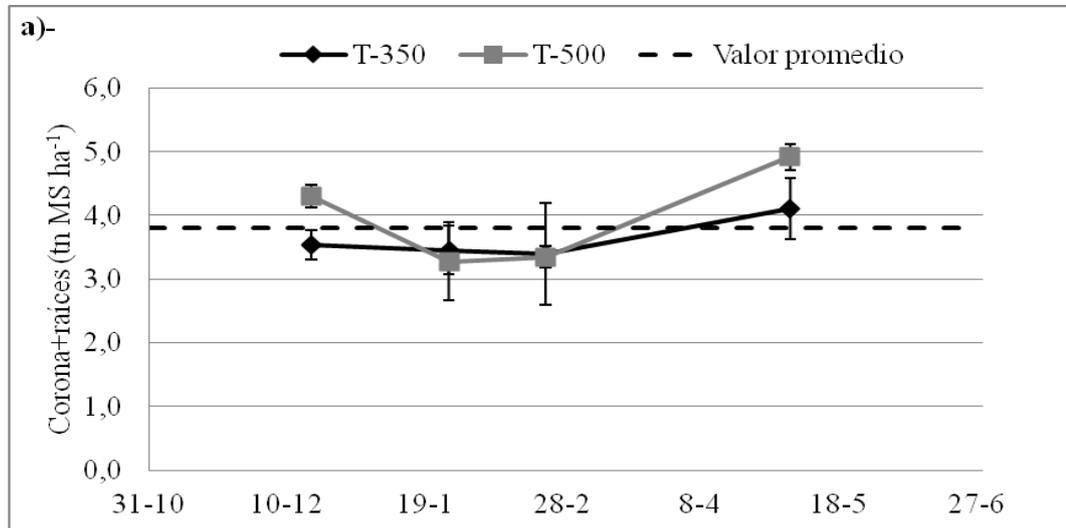


Figura 14. Materia seca (t MS ha⁻¹) acumulada en los primeros 30 cm de suelo de corona+raíces (a-), raíces (b-) y coronas (c-) en Año 2 para T-350 (Ingreso anticipado y pastoreos cada ~350-400 GDA en “primavera-verano” y ~500-550 GDA en “descanso otoñal”) y T-500 (Ingreso al botón floral-10% flor y pastoreos cada ~500-550 GDA todo el período).

4. DISCUSIÓN

Los resultados presentados muestran que las pasturas de alfalfa defoliadas en función de parámetros propuestos para maximizar la producción animal durante “primavera-verano”, tales como ingresar anticipadamente al estado de botón floral y luego mantener una elevada frecuencia de pastoreo respecto de las pasturas manejadas en función de parámetros tradicionalmente propuestos (*i.e.* botón floral-10% flor) generaron incrementos del 30% en la producción de carne.

Contrariamente a lo hipotetizado, dicha diferencia se debió principalmente a una mayor producción de forraje en T-350 lo cual derivó en una mayor carga obtenida para dicho tratamiento. Si bien, T-350 mostró mayor producción individual (*i.e.* ADPV) se observó en ambos tratamientos y años, una caída importante en el ADPV principalmente en los meses de verano.

La densidad de plantas y el peso de raíces, variables asociadas a la persistencia de la pastura (Teixeira *et al.*, 2007a), no mostraron cambios ante variaciones en el manejo del pastoreo.

Estos resultados sugieren que para maximizar la producción de forraje, la producción animal y mantener la persistencia productiva, las reglas de pastoreo

tradicionalmente utilizadas en alfalfa, basadas en la fenología de la planta (*i.e.* 10% floración) debieran ser modificadas.

4.1. Diferencias entre manejos de pastoreo

La producción animal superior en T-350 se explicó por una temporada de pastoreo más larga (+8%), mayores ADPV (+8%) y una mayor carga animal (+14%).

Por un lado, el manejo de T-350 permitió una temporada más larga de pastoreo. A nivel sistema esto es una ventaja ya que implica obtener más alimento mediante el pastoreo de alfalfa y por lo tanto liberar superficie destinada a otros recursos y/o una menor necesidad de otros alimentos como por ejemplo los suplementos. Por otro lado, tal como sucedió, se esperaba que el ADPV fuera mayor en el tratamiento T-350, donde la pastura fue defoliada a una menor altura del canopeo. Dicho incremento sugiere que el consumo de energía se vio más afectado en T-500 que en T-350.

Debido a que la carga animal deriva de la producción de forraje, lo que no se esperaba era la mayor carga obtenida en T-350. A medida que aumenta la duración del intervalo de pastoreo, generalmente hay un aumento de la producción total de materia seca (Teixeira *et al.*, 2007a; Ventroni *et al.*, 2010) y esto no fue lo observado en el presente trabajo. Estos resultados sugieren que el intervalo entre pastoreos no debe basarse en un número de días fijos.

La inesperada mayor producción de forraje de T-350 puede ser explicada a través de la relación entre la acumulación de forraje durante un ciclo de rebrote y el momento óptimo de defoliación (Parsons y Penning, 1988). Bajo condiciones de pastoreo rotativo, el momento óptimo de utilización es aquel en el cual la tasa de crecimiento promedio alcanza su máximo valor durante el rebrote. La mayor producción

de forraje alcanzada en este trabajo indica que los resultados previos obtenidos en pasturas de gramíneas también se obtienen en pasturas de alfalfa.

Podemos inferir que la frecuencia de defoliación (o intervalo entre pastoreos) establecida en T-350 implicó que el momento de ingreso al pastoreo en la mayoría de las franjas haya estado más cercano al óptimo de utilización sugerido previamente (Parsons y Penning, 1988). En contraste, en T-500 sólo las primeras franjas (*e.g.* 1, 2 y 3) habrían estado cercanas al momento óptimo de pastoreo. Por su parte, las franjas restantes (*e.g.* 4, 5 y 6) habrían sido pastoreadas pasado el momento óptimo, lo que podría explicar la menor producción global de forraje de T-500. De hecho, durante “primavera-verano”, el intervalo entre pastoreos (promedio de los dos años) en T-500 fue 49% mayor respecto a T-350, pero el incremento en la biomasa de entrada de T-500 fue 28% mayor (Figura 3). En otras palabras, bajo las condiciones en que se llevó el presente experimento (*i.e.* zona templada sub-húmeda y seco), en un rebrote de alfalfa ante cada unidad de tiempo que transcurrió entre 350 y 500 GDA el incremento en biomasa fue, proporcionalmente, cada vez menor.

Otro factor posible que explica este resultado es el incremento en senescencia foliar en T-500. Estudios previos demuestran que la senescencia en alfalfa comenzaría a los 330 GDA lo que coincidió con un nivel de intercepción de la radiación incidente del 95% y con la aparición del noveno nudo en el tallo principal (Brown *et al.*, 2005). En “primavera-verano”, tanto la mayor biomasa de entrada (Figura 3), como el mayor número de nudos/tallo (Figura 7) observados en T-500 sugieren mayor sombreado y por lo tanto mayor senescencia. Si bien, las primeras hojas que mueren en alfalfa son la ubicadas en los nudos inferiores, de menor tamaño que las ubicadas en nudos superiores (Teixeira *et al.*, 2007c), no debemos descartar un posible impacto de la senescencia en la diferencia en producción de forraje entre ambos tratamientos. Al respecto, un trabajo

realizado en el sudeste bonaerense demostró que entre los 350 GDA y los 700 GDA la biomasa caída representó un 8% de la biomasa producida (Olivo, 2017).

La menor producción aérea observada en T-500 durante “primavera-verano” probablemente también podría deberse a una mayor partición a corona+raíces (biomasa perenne). En T-500 muchas parcelas fueron pastoreadas después de un tiempo térmico de 500-600 GDA o ~ 10% floración. Después de cada defoliación, los nuevos rebrotes son la principal fuente de C (reservas y de fotosíntesis actual) mientras que los órganos subterráneos solo se convierten en destino alrededor de 14-21 días después de la defoliación y esto se acelera cerca de la floración (Ta *et al.*, 1990). Estos cambios en la prioridad entre raíces y biomasa aérea se pueden explicar por un cambio en el balance fuente:destino de los tejidos aéreos. A medida que avanza el rebrote, la planta cambia de estado vegetativo a reproductivo y la tasa de aparición de hojas disminuye (Brown *et al.*, 2005), pero la capacidad fotosintética de las hojas permanece alta (Teixeira *et al.*, 2008) y se asimila más para el crecimiento de las raíces. De hecho, T-500 mostró mayor peso de corona+raíces (biomasa perenne) al comienzo del verano que T-350 (Figura 14-a).

Como fuera observado por diversos autores (Teixeira *et al.*, 2007a; Ventroni *et al.*, 2010) una mayor frecuencia de defoliación en “primavera-verano” impactó negativamente sobre la producción de forraje durante el período de “descanso otoñal” (Cuadro 2). A pesar de ello, esto no alcanzó para compensar las diferencias observadas en favor de T-350 durante el período de “primavera-verano” (Cuadro 2) por lo que no impactó negativamente sobre la producción acumulada para todo el período experimental. Es importante mencionar que, en el presente trabajo, dicho impacto fue de superior magnitud en el Año 2 (interacción año x tratamiento $P < 0,05$). Esto se debió a que en el período de “descanso otoñal” del Año 2, por sus menores temperaturas y por

restricciones operativas (mantener un número mínimo de animales fijos), no se pudo obtener un intervalo entre pastoreos similar entre tratamientos, como sí ocurrió en el Año 1 (Figuras 1c, d).

Una consecuencia negativa de intervalos de defoliación cortos durante el otoño podría ser una reducción de las reservas subterráneas, la cual se espera afecte la persistencia de la pastura (Belanger *et al.*, 1999). Sin embargo, en el presente trabajo los tratamientos evaluados no afectaron los valores finales de las variables asociadas a la persistencia de la pastura tales como el número de plantas y la biomasa de raíces+corona (Figuras 13 y 14). A su vez, al finalizar el período de evaluación la biomasa de raíces+corona fue superior a las 4 t MS ha⁻¹, lo que sugiere que el período de “descanso otoñal” de 500 GDA utilizado para ambos tratamientos fue suficiente para recargar completamente las reservas subterráneas.

Este período de descanso pareció particularmente importante para el tratamiento T-350, que mostró menor biomasa de raíces+corona en la primera fecha de medición en primavera (Figura 14). Dicha diferencia entre tratamientos se podría explicar tanto por una mayor removilización hacia parte aérea en T-350 como por una mayor partición a parte subterránea en T-500 debido a la mayor duración del rebrote en este último tratamiento. Una mayor partición a órganos subterráneos en T-500 está en línea con la tradicional recomendación de usar el 10% de floración como guía para el intervalo entre pastoreos para permitir la recuperación de las reservas en raíz y corona. Sin embargo, períodos de descanso de 500 GDA solo durante el verano tardío e inicios de otoño para el tratamiento T-350 fueron adecuados para asegurar que ambos tratamientos lleguen al fin del ciclo con similares niveles de biomasa en raíz+corona y similar número de plantas.

Estos resultados difieren de los obtenidos en un trabajo similar (Teixeira *et al.*, 2007a) en donde se evaluaron manejos contrastantes del pastoreo (LL: 42 días entre pastoreos durante todo el ciclo de evaluación y SL: 28 días entre pastoreos durante “primavera-verano” combinado con 42 días en verano tardío-otoño). En el mencionado trabajo, el peso de raíces+corona se vio afectado en SL ya que en el tratamiento LL prácticamente siempre el peso de raíces+coronas alcanzó valores mayores a 3,5 t MS ha⁻¹, mientras que en el tratamiento SL gran parte de los muestreos se encontraron por debajo de dicho valor (ver Figura 4 de Teixeira *et al.*, 2007a).

El inicio tardío del pastoreo en el tratamiento T-500, resultó en plantas de alfalfa más altas y con mayor proporción de tallos y con tejidos más envejecidos (Figuras 6; 5 y cuadro 3) lo que redujo la calidad nutritiva del alimento ofrecido (Cuadro 3) y en consecuencia la respuesta animal individual (Cuadro 5). Estos resultados refuerzan la idea que para predecir calidad nutritiva, es preferible utilizar relaciones basadas en la biomasa acumulada (Lemaire y Belanger, 2020), o mejor aún en la altura de la pastura (Ta *et al.*, 2020), en lugar de utilizar las tradicionales relaciones basadas en fenología o tiempo térmico (Berone *et al.*, 2021).

En la práctica se puede esperar que los animales seleccionen las hojas y las partes blandas de los tallos (Brown y Moot, 2004), por lo tanto el valor nutritivo del alimento consumido puede ser más alto que el del alimento ofrecido y esto aumentar las ganancias individuales, lo que pudo haber evitado mayores diferencias en respuesta animal entre los tratamientos evaluados.

4.2. Diferencias entre años

La falta de diferencia en la producción animal total entre años se debió a que el mayor período de pastoreo y el mayor ADPV del Año 1 fueron compensados por la mayor producción de forraje y, en consecuencia, la mayor carga animal del Año 2. La temporada de pastoreo fue más corta durante Año 2 porque fue más fresco y las lluvias llegaron más tarde en Octubre (Cuadro 1).

La producción de forraje fue mayor en Año 2 porque una vez que comenzó a llover, las precipitaciones fueron mayores que en el Año 1 (noviembre a febrero) y a su vez esto ocurrió cuando la temperatura se encontraba dentro del rango considerado óptimo (20-30°C) para el crecimiento de alfalfa (Collino *et al.*, 2005). Además durante el Año 1 las plantas de alfalfa pueden haber estado todavía en su fase de establecimiento del cultivo, priorizando crecimiento para los órganos perennes (*i.e.* corona y raíces), lo que habría reducido la producción de biomasa aérea (Sim *et al.*, 2015). A pesar que la siembra se realizó en fecha adecuada (abril del 2014) y con suficiente agua en el suelo para el establecimiento, las temperaturas medias del aire durante el período mayo-agosto de 2014 fueron de 8-10°C. Por lo tanto, es posible que las plantas de alfalfa hayan destinado más recursos a las raíces que a la parte aérea durante la “primavera-verano” del Año 1.

En Año 1 las ganancias de pesos vivo de los animales fueron un 23% mayores que en Año 2 y esto pudo deberse directamente a la mayor calidad del forraje ofrecido a los animales en el Año 1 (Cuadro 3; 5 y Figura 12). Esta diferencia entre años sumada a la diferencia observada entre tratamientos, resalta la necesidad de manejar pasturas de alfalfa considerando la biomasa y/o altura en lugar de la fenología o el desarrollo. Por

ejemplo, durante el período “primavera-verano” las parcelas que se pastorearon cada ~350 GDA tuvieron intervalos entre pastoreos similares en ambos años, los cuales fueron de 15 a 25 días (Figura 1 b y d). Sin embargo, el ADPV fue más alto durante el Año 1 porque la biomasa y la altura previa al pastoreo fueron menores que en el Año 2 y como consecuencia, el valor nutritivo fue más alto en Año 1. Este resultado estuvo en línea con hallazgos previos donde informaron que, ante una asignación de forraje similar, las ingestas diarias son menores con una mayor biomasa previa al pastoreo (Reardon, 1977). Todo esto puede explicarse por la relación inversa entre la calidad del forraje y la biomasa o altura del dosel observada tanto para pasturas de alfalfa (Lemaire and Bélanger, 2020; Ta *et al.*, 2020; Berone *et al.*, en prensa), como de gramíneas (Nave *et al.*, 2013; Lemaire and Bélanger, 2020). De hecho, la mayor altura y biomasa previa al pastoreo de Año 2 en comparación con Año 1 (Figura 3 a y b) implica una menor proporción de hojas (Figura 5) y también tallos más viejos, menos digestibles y más lignificados. Esto sugiere o indica que cuando la asignación de forraje elegida es cercana al valor que permite maximizar tanto la ingesta diaria de los animales como la eficiencia de utilización, la biomasa de alfalfa pre-pastoreo no debería ser mucho más elevada que ~ 2000 kg MS ha⁻¹.

Estos resultados sugieren que, de manera similar a las reglas establecidas para el pastoreo de pasturas base gramíneas (MacDonald *et al.*, 2010; Chapman *et al.*, 2012), durante la “primavera-verano” la utilización de pasturas de alfalfa debe basarse en la tasa de crecimiento diario del forraje, en lugar de usar un intervalo fijo en días. En base a los resultados obtenidos, puede proponerse que en “primavera-verano” una plataforma de pastoreo de alfalfa utilizada por novillos de invernada debería tener una biomasa promedio por encima de los 5 cm de altura de 1200 a 1400 kg MS ha⁻¹ (aprox. 17 cm de altura promedio). Esto representa entre 1900-2100 kg MS ha⁻¹ de biomasa previa al

pastoreo (aprox. 30 cm de altura) y aprox. 5 cm de altura residual. Estas recomendaciones son consistentes con las propuestas para ovejas (Moot *et al.*, 2016) y permiten optimizar las necesidades potencialmente contradictorias para maximizar las producción primaria y secundaria.

4.3. Diferencias estacionales en ganancias de peso

En ambos tratamientos, las ganancias diarias de peso vivo de los animales mostraron valores más altos durante la primavera y el otoño, con una fuerte disminución durante ambos veranos (Cuadro 6). La Figura 12 muestra que esta reducción no podría explicarse por un menor valor nutritivo de la pastura durante los meses de verano. Los resultados anteriores (Cuadro 6) sugieren que las menores ganancias de peso vivo de los animales durante el verano pueden deberse a una menor ingesta diaria (menor consumo) consecuencia de las condiciones climáticas (estrés por calor). Esta menor ingesta diaria podría estar explicada por un menor tiempo de pastoreo (minutos/día) durante el verano (Forbes, 1995). El menor tiempo de pastoreo, se explicaría por las altas temperaturas del verano ya que las máximas del aire más altas se observaron, en ambos años, durante diciembre y enero (Cuadro 1). Al respecto, un análisis más detallado del estrés térmico que habrían sufrido los animales (Anexo cuadro 1) nos muestra que en dichos meses se produjeron los mayores valores del índice de temperatura del aire y humedad relativa, ajustados por velocidad del viento y radiación (ITHaj) propuesto por Mader *et al.* (2004).

Los animales pueden compensar un tiempo de pastoreo más corto con una mayor tasa de bocado (bocados minuto^{-1}) y un mayor peso de bocado (g bocado^{-1}) (Jamieson and Hodgson, 1979; Penning *et al.*, 1991). Sin embargo, la densidad aparente

del forraje, un rasgo estructural de la pastura altamente relacionado con el peso del bocado y la ingesta diaria (Laca et. al., 1992) mostró, en ambos años, menores valores durante el verano (Figura 8). Por lo tanto, es difícil esperar que el peso del bocado y la tasa de bocado compensen por completo un tiempo de pastoreo más corto. Dado que solo se utilizó ganado Angus, no podemos descartar la posibilidad de que se produzca un resultado diferente con una raza distinta (*e.g. Bos indicus*). Encontrar una solución a este problema puede ser de relevancia a nivel sistema ya que permitiría una reducción en el tiempo necesario para la faena de los animales y esto además se pondría en línea con la recomendación de dar un “descanso de otoño” a las pasturas de alfalfa. Por supuesto que, en un sistema productivo, estas decisiones también estarán determinadas por aspectos tales como la evolución temporal del precio de compra y venta de los animales.

5. CONCLUSIONES

Con el presente experimento se registró evidencia para:

Rechazar la hipótesis 1, ya que anticipar el inicio del pastoreo y aumentar la frecuencia en alfalfa durante “primavera-verano” incrementó la producción de forraje total de la pastura y permitió mayor carga animal.

Aceptar la hipótesis 2, ya que pastoreos más frecuentes durante “primavera-verano” mejoraron la calidad del forraje ofrecido y esto generó aumentos en las ganancias individuales para el período total.

Este trabajo demuestra que el manejo del pastoreo en alfalfa durante “primavera-verano” se debe basar en crecimiento y morfología del cultivo (*i.e.* biomasa en pie, altura del canopeo, proporción de hojas) en lugar de los criterios tradicionalmente

basados en el desarrollo fenológico (*e.g.* floración). Ingresar anticipadamente (iniciar la primer parcela con una biomasa en pie, por encima de los 5 cm, de (entre 1200 y 1400 kg MS ha⁻¹) y pastorear durante “primavera-verano” con mayor frecuencia (cada 15-25 días en comparación con 30-35 días), produjo un incremento de un 30 % en la producción de carne por hectárea, debido a la mayor producción de forraje alcanzada, mayor carga, mejores ganancias individuales y mayor período de utilización. A su vez, no se vio afectado el peso de raíces o el número de plantas en el segundo año de evaluación. por lo tanto, la persistencia de la alfalfa, no se ve comprometida por el cambio en el manejo del pastoreo durante “primavera-verano”, si se mantiene un adecuado período de “descanso otoñal”

En este experimento se obtuvieron mayores ganancias de peso vivo cuando la biomasa del forraje tenía una alta proporción de hojas, una alta digestibilidad de la FDN y una altura del canopeo relativamente baja (~25-35 cm).

Las condiciones estivales (altas temperaturas) afectaron las ganancias individuales, sin explicarse esta caída por la calidad del forraje, lo que sugiere que el consumo diario estuvo restringido por el tiempo de pastoreo y/o por el peso del bocado (es decir, baja densidad aparente del forraje).

BIBLIOGRAFÍA

- ANKOM Technology. 2010. Operator's Manual. Daisy II Incubator. 16 p.
- AOAC. 1992. Official methods of analysis. 15th ed. 3er supplement. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, USA. 70 p.
- Baldissera, T. C.; Frak, E.; Faccio Carvalho, P. C. and Louarn, G. 2014. Plant development controls leaf area expansion in alfalfa plants competing for light. In *Annals of Botany* 113: 145–157.
- Basigalup, D. 2014. Situación de la Alfalfa en Argentina. In INTA (Ed.), *Jornada Nacional de Forrajes Conservados*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina: Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, 95-100 p.
- Bariggi C., R. Hernández, N. Romero, M. Zanelli, A. Cragnaz y R. Rossanigo. 1979. Efecto de la frecuencia de corte en primavera y otoño en la longevidad y productividad de la alfalfa en la Región Pampeana argentina. Buenos Aires, INTA. Proyecto PNUD-FAO-INTA Arg. 75/006. Documento de Trabajo N° 5: 83.
- Bélanger, G., Kunelius, T., McKenzie, D., Papadopoulos, Y., Thomas, B., McRae, K., Fillmore, S. and Christie, B. 1998. Fall cutting management affects yield and persistence of alfalfa in Atlantic Canada. *Can. J. Plant Sci.* 79: 57–63.

-Berone, G., Bertrám, N. and Di Nucci, E. 2021. Forage production and leaf proportion of lucerne (*Medicago sativa* L.) in subtropical environments: fall dormancy, cutting frequency and canopy effects. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias–UNCuyo*. Tomo 53-1: 79-88

-Berone G. y Dreher N. 2007. Elongación y vida media foliar de *Festuca arundinacea*, *Bromus willdenowii* y *Agropyron intermedium* a inicios de primavera en el centro-oeste santafecino. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27 (1): 201-202

-Brown, H. E. and Moot, D. J. 2004. Quality and quantity of chicory, lucerne and red clover production under irrigation. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 66: 257–264.

-Brown, H. E., Moot, D. J and Teixeira. 2005. The components of lucerne (*Medicago sativa*) leaf area index respond to temperature and photoperiod in a temperate environment. In: *European Journal Agronomy* 23: 348-358.

-Burnett, V. F., Kym L., Butler, K. L., Hirth, J. R., Mitchell M. L., Clark, S. G. and Nie Z. 2020. Lucerne (*Medicago sativa* L.) Persistence Remains Unchanged under Variable Cutting Regimes. In: *Agronomy* 2020, 10: 844. doi:10.3390/agronomy10060844

-Chapman, D. F., Tharmaraj, J., Agnusdei, M., & Hill, J. (2012). Regrowth dynamics and grazing decision rules: Further analysis for dairy production systems

based on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pastures. *Grass and Forage Science*, 67: 77–95. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00824.x>

-Collino, D. J., Dardanelli, J. L., De Luca, M. J. and Racca, R. W. 2005. Temperature and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45: 383–390. <https://doi.org/10.1071/EA04050>

-Cunningham, S. M. and Volenec, J. J. 1998. Seasonal Carbohydrate and Nitrogen Metabolism in Roots of Contrasting Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars. In *Journal of Plants Physiology*. 153: 220-225.

-Díaz Zorita, M. 1995. Áreas agroecológicas homogéneas EEA INTA General Villegas. Inédito

-Fick G.W., Holt D.A. and Lugg D.G. 1988. Environmental physiology and crop growth. En: Hanson AA, Barnes DK, Hill Jr RR (Eds.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement*, Vol. 29. American Society of Agronomy, Madison, USA. 163–194 p.

-Forbes, J. M. 1995. Environmental factors affecting intake. In J. M. Forbes (Ed.), *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford, UK: CABI International. 332–353 p.

-Jamieson, W. S. and Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*, 34: 261–271

-Kim, T. H., Ourry, A., Boucaud, J. and Lemaire, G. 1991. Changes in Source-Sink Relationship for Nitrogen during Regrowth of Lucerne (*Medicago sativa* L.) Following Removal of Shoots. In *Australian Journal of Plant Physiology*, 18: 593-602.

-Kloster, A. M y Zaniboni, C. M. 2007. Manejo y utilización de pasturas de alfalfa en producción de carne. En: Basigalup, D.H. El cultivo de la alfalfa en la argentina. Buenos Aires: INTA. Cap. 13: 277-301. (ISBN 987-521-046-3).

-Komareck, A.R., Robertson, J.B. and Van Soest, P.J. 1994. Comparison of the filter bag technique to conventional filtration in the Van Soest NDF analysis of 21 feeds. Proc. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. G.C. Fahey Jr. (Ed), Nebraska University, Lincoln, NE.

-Laca, E. A., Ungar, E. D., Seligman, N. and 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. [https:// doi.org/10.1111/j.1365-2494.1992.tb02251.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1992.tb02251.x)

-Lemaire, G. and Bélanger, G. 2020. Allometries in plants as drivers of forage nutritive value: A review. *Agriculture*, 10: 5. <https://doi.org/10.3390/agriculture10010005>

-Lüscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J. F., Rees, R. M. and Peyraud, J. L. 2014. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* Published by John Wiley & Sons Ltd. 69: 206–228

-MacDonald, K. A., Glassey, C. B., & Rawnsley, R. P. 2010. The emergence, development and effectiveness of decision rules for pasture based dairy systems. In: G. R. Edwards, & R. H. Bryant (eds.) *Meeting the challenges of pasture-based dairying. Proceedings of the 4th Australasian Dairy Science Symposium*. Christchurch, New Zealand: Caxton Press. 199–209 p.

-Mader, T.L., Davis, S., Gaughan, J.B. and Brown Brandl, T.M. 2004. Wind speed and solar radiation adjustments for the temperature-humidity index. En: *Proc. 16th conference on Biometeorology*. American Meteorological Society. Vancouver (USA). 6B.3 p.

-Mader T.L. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *Journal of Animal Science* 81: E110-E119.

-Méndez, D.G; Davies, P. y Dillon, A. 2001. Respuesta animal a distintas combinaciones de niveles de asignación forrajera y de suplementación energética durante diferentes épocas de utilización de pasturas base alfalfa. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 21. Supl 1: 54.

-Moot, D. J., Bennett, S. M., Mills, A. M. y Smith, M. C. 2016. Optimal grazing management to achieve high yields and utilization of dryland lucerne. *Journal of New Zealand Grasslands*, 78: 27–34.

-Moot, D. J., Brown, H.E., Teixeira, E. I. And Pollock, K.M. 2003. Crop-growth and development affect seasonal priorities for lucerne management. *Legumes for Dryland Pasture*. 201-208 p.

-Moot, D. J. 2014. A review of recent research and extension on dryland lucerne in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. Vol 74: 86-93

-Nave, R. L. G., Sulc, R. M. and Barker, D. J. 2013. Relationships of forage nutritive value to cool-season grass canopy characteristics. *Crop Science*, 53: 341–348. <https://doi.org/10.2135/crops ci2012.04.0236>

-Olivo, S.M., Berone G.D., Cicore, P.L., Cerrudo, A. y Castaño, J. 2017. Producción de biomasa aérea de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en respuesta al arreglo espacial de siembra y frecuencias de corte. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 37 Supl. 1: 61-172. 144 p.

-Parsons, A.J. 1988. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: *The Grass Crop: The Physiological Basis of Production*. (eds. M.B. Jones and A. Lazenby). Chapman and Hall, London. 129-169 p.

-Parsons, A. J. and Penning, P. D. 1988. The duration of the regrowth on photosynthesis, leaf death and the average of growth in rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*, 43: 15–27.

- Penning, P. D., Parsons, A. J., Orr, R. J. and Treacher, T. T. 1991. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Science*, 46: 15–28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1991.tb02204.x>

-Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D. and R Core Team. 2019. *nlme: Linear and nonlinear mixed effects models*. R package version 3: 1-142. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>

-R Core Team. 2019. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>

-Reardon, T. F. 1977. Effect of herbage per unit area and herbage allowance on dry matter intake by steers. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 37: 58–61

-Sim, R. E., Moot, D. J., Brown, H. E. and Teixeira, E. I. 2015. Sowing date affected shoot and root biomass accumulation of lucerne during establishment and subsequent regrowth season. *European Journal of Agronomy*, 68: 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.005>

-Smith, D. 1972. Cutting schedules and maintaining pure stands. In: H. Hanson (ed) *Alfalfa. Science and Technology*. ASA, Agronomy 15. Madison, Wisconsin, USA, Ch. 22: 481-496.

-Spada, M. C. 2007. Evaluación de cultivares y panorama varietal. En Basigalup, D. H. *El cultivo de la Alfalfa en la Argentina*. Buenos Aires: INTA. Cap. 7: 131-151. (ISBN 978-987-521-242-8).

-Spada, M. C. 2014. Avances en alfalfa. Año 24. N° 24: 41. (ISSN 1550-4602).

-Ta, H. T., Teixeira, E. I., Brown, H. E., & Moot, D. J. (2020). Yield and quality changes in lucerne of different fall dormancy ratings under three defoliation regimes. *European Journal of Agronomy*, 115, 126012. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126012>

-Ta, T. C., MacDowall, F. D. and Faris, M. A. 1990. Utilization of carbon and nitrogenous reserves of alfalfa roots in supporting N₂ fixation and shoot regrowth. *Plant and Soil*, 127: 231–236.

-Teixeira, E., Brown, H.; Meenken, E. and Moot, D. 2011. Growth and phenological development patterns differ between seedling and regrowth Lucerne crops (*Medicago sativa* L.). *European Journal of Agronomy*, 35: 47–55.

Teixeira, E. I., Moot, D. J. and Brown, H. E. 2008. Defoliation frequency and season affected radiation use efficiency and dry matter partitioning to roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) crops. *European Journal of Agronomy*, 28: 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.05.004>

-Teixeira, E.; Moot, D.; Brown, H and Fletcher, A. 2007a. Seasonal patterns of root C and N reserves of lucerne crops (*Medicago sativa* L.) grown in a temperate climate were affected by defoliation regime. *European Journal of Agronomy*, 26: 10–20.

-Teixeira, E.; Moot, D.; Brown, H and Fletcher, A. 2007b. The dynamics of Lucerne (*Medicago sativa* L.) yield components in response to defoliation frequency. *European Journal of Agronomy*, 26: 394-400.

-Teixeira, E., Moot, D., Brown, H and Pollock, K. 2007c. How does defoliation management impact on yield, canopy forming processes and light interception of lucerne (*Medicago sativa* L.) crops?. *European Journal of Agronomy*, 27: 154–164.

-Undersander, D.; Mertens, D. R. and Thiex, N. 1993. Forage Analyses. Procedures. 27 p. In: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/NFTA-Forage-Analysis-Procedures.pdf>.

-Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press. 476 p.

-Ventroni, L.M., Volenec, J.J., Cangiano, C.C., 2010. Fall dormancy and cutting frequency impact on alfalfa yield and yield components. *Field Crops Research* 119: 252–259

-Yuegao, H., and Cash, D. 2009. Global status and development trends of alfalfa. In: Cash D (ed) *Alfalfa management guide for Ningxia*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Beijing, 1–14 p.

-Zaniboni, C. 1990. Efecto de la frecuencia de corte en primavera y otoño en la longevidad y productividad de la alfalfa. Informe presentado en Reunión Interna sobre Manejo de Alfalfa, INTA EEA Anguil, La Pampa, 27-28 de noviembre, s/p.

ANEXO

Se calculó el índice de temperatura y humedad ajustado (ITHaj, Mader *et al* 2004) a partir de la fórmula: $[ITHaj = 4,51 + ITH - (VV * 1,992) + (0,0068 * RS)]$; donde ITH es el índice de temperatura y humedad, VV es velocidad del viento y RS es la radiación solar. El ITH se obtuvo a partir de la siguiente fórmula propuesta por Mader *et al.* (2003): $ITH = 0,8 * Ta + (HR/100) * (Ta - 14,4) + 46,4$; donde Ta es temperatura del aire y HR es la humedad relativa. Los valores de VV, Ta y HR corresponden a valores medios horarios y RS corresponde al valor acumulado horario. El ITHaj se vinculó con el índice de seguridad climática para el ganado (LCI, 1970), estableciendo que en bovinos para carne, un ITHaj ≥ 75 se considera nivel de alerta (estrés leve), un ITHaj ≥ 79 es nivel de peligro (estrés moderado) y un ITHaj ≥ 84 es nivel de emergencia (estrés severo). En este trabajo se informan la cantidad de horas entre períodos de pesadas en que los animales estuvieron expuestos a ITHaj en niveles de estrés leve, moderado o severo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidad de horas para cada período de fecha media de pesada con índice temperatura y humedad ajustado por velocidad y radiación (ITHaj) en valores considerados de alerta (estrés leve, ITHaj ≥ 75), en niveles de peligro (estrés moderado, ITHaj ≥ 79) y en niveles de emergencia (estrés severo), para bovinos de carne (LCI, 1970).

Año	Fecha media de pesada	Horas con ITHaj entre 75-78 Alerta (Estrés leve)	Horas con ITHaj entre 79-83 Peligro (Estrés moderado)	Horas con ITHaj ≥ 84 Nivel de emergencia (Estrés severo)	Total de horas con ITH ≥ 75
1	29/10/2014	11	2		13
1	23/11/2014	13	13		26
1	21/12/2014	84	18	4	106

1	22/01/2015	69	21	2	92
1	19/02/2015	64	2		66
1	23/03/2015	42	10	1	53
2	09/12/2015	36	13		49
2	05/01/2016	79	32	15	126
2	03/02/2016	80	37	1	118
2	10/03/2016	31			31
2	13/04/2016				0

Manejo del pastoreo:

Cuadro 2. Descripción detallada de los ciclos de pastoreo en cada módulo (unidad experimental). Inicio y fin de pastoreo, permanencia en días, intervalo entre pastoreo (en días y en GDA-grados días acumulados, sobre una temperatura base de 5° C-) para cada una de las franjas en el tratamiento T-350 en Año 1.

Ciclo de pastoreo	Franja	Inicio de pastoreo	Fin de pastoreo	Permanencia (días)	Descanso (días)	Descanso realizado (GDD)
1	1	07/10/2014	14/10/2014	8		
1	2	15/10/2014	19/10/2014	5		
1	3	20/10/2014	24/10/2014	5		
1	4	25/10/2014	29/10/2014	5		
1	5	30/10/2014	02/11/2014	4		
1	6	03/11/2014	06/11/2014	4		
2	1	07/11/2014	12/11/2014	6	23	287
2	2	13/11/2014	16/11/2014	4	24	308
2	3	17/11/2014	21/11/2014	5	23	308
2	4	22/11/2014	24/11/2014	3	23	301
2	5	25/11/2014	29/11/2014	5	22	315
2	6	30/11/2014	03/12/2014	4	23	350
3	1	04/12/2014	08/12/2014	5	21	324
3	2	09/12/2014	11/12/2014	3	22	347
3	3	12/12/2014	15/12/2014	4	20	312
3	4	16/12/2014	19/12/2014	4	21	332
3	5	20/12/2014	21/12/2014	2	20	346
3	6	22/12/2014	28/12/2014	7	18	300
4	1	29/12/2014	01/01/2015	4	20	326

4	2	02/01/2015	05/01/2015	4	21	335
4	3	06/01/2015	08/01/2015	3	21	347
4	4	09/01/2015	11/01/2015	3	20	333
4	5	12/01/2015	14/01/2015	3	21	361
4	6	15/01/2015	18/01/2015	4	17	304
5	1	19/01/2015	22/01/2015	4	17	311
5	2	23/01/2015	26/01/2015	4	17	309
5	3	27/01/2015	30/01/2015	4	18	325
5	4	31/01/2015	03/02/2015	4	19	331
5	5	04/02/2015	09/02/2015	6	20	349
5	6	10/02/2015	16/02/2015	7	22	380
6	1	17/02/2015	23/02/2015	7	25	427
6	2	24/02/2015	01/03/2015	6	28	444
6	3	02/03/2015	08/03/2015	7	30	462
6	4	09/03/2015	15/03/2015	7	33	515
6	5	16/03/2015	22/03/2015	7	34	527
6	6	23/03/2015	29/03/2015	7	34	524
7	1	30/03/2015	05/04/2015	7	34	508
7	2	06/04/2015	08/04/2015	3	35	509

Cuadro 3. Descripción detallada de los ciclos de pastoreo en cada módulo (unidad experimental). Inicio y fin de pastoreo, permanencia en días, intervalo entre pastoreo (en días y en GDA-grados días acumulados, sobre una temperatura base de 5° C-) para cada una de las franjas en el tratamiento T-500 en Año 1.

Ciclo de pastoreo	Franja	Inicio de pastoreo	Fin de pastoreo	Permanencia (días)	Descanso (días)	Descanso realizado (GDD)
1	1	22/10/2014	28/10/2014	7		
1	2	29/10/2014	04/11/2014	7		
1	3	05/11/2014	12/11/2014	8		
1	4	13/11/2014	18/11/2014	6		
1	5	19/11/2014	25/11/2014	7		
1	6	26/11/2014	03/12/2014	8		
2	1	04/12/2014	09/12/2014	6	36	483
2	2	10/12/2014	15/12/2014	6	35	534
2	3	16/12/2014	21/12/2014	6	33	515
2	4	22/12/2014	28/12/2014	7	33	497
2	5	29/12/2014	03/01/2015	6	33	527
2	6	04/01/2015	09/01/2015	6	31	501
3	1	10/01/2015	14/01/2015	5	31	505

3	2	15/01/2015	19/01/2015	5	30	506
3	3	20/01/2015	26/01/2015	7	29	491
3	4	27/01/2015	01/02/2015	6	29	508
3	5	02/02/2015	08/02/2015	7	29	513
3	6	09/02/2015	15/02/2015	7	30	523
4	1	16/02/2015	22/02/2015	7	32	534
4	2	23/02/2015	01/03/2015	7	34	542
4	3	02/03/2015	08/03/2015	7	34	523
4	4	09/03/2015	15/03/2015	7	35	551
4	5	16/03/2015	22/03/2015	7	35	539
4	6	23/03/2015	29/03/2015	7	35	540
5	1	30/03/2015	05/04/2015	7	35	520
5	2	06/04/2015	08/04/2015	3	35	509

Cuadro 4. Descripción detallada de los ciclos de pastoreo en cada módulo (unidad experimental). Inicio y fin de pastoreo, permanencia en días, intervalo entre pastoreo (en días y en GDA-grados días acumulados, sobre una temperatura base de 5° C-) para cada una de las franjas en el tratamiento T-350 en Año 2.

Ciclo de pastoreo	Franja	Inicio de pastoreo	Fin de pastoreo	Permanencia (días)	Descanso (días)	Descanso realizado (GDD)
1	1	04/11/2015	08/11/2015	5		
1	2	09/11/2015	13/11/2015	5		
1	3	14/11/2015	18/11/2015	5		
1	4	19/11/2015	23/11/2015	5		
1	5	24/11/2015	30/11/2015	7		
1	6	01/12/2015	06/12/2015	6		
2	1	07/12/2015	10/12/2015	4	28	407
2	2	11/12/2015	14/12/2015	4	27	394
2	3	15/12/2015	21/12/2015	7	26	380
2	4	22/12/2015	27/12/2015	6	28	426
2	5	28/12/2015	31/12/2015	4	27	447
2	6	01/01/2016	03/01/2016	3	25	430
3	1	04/01/2016	06/01/2016	3	24	419
3	2	07/01/2016	10/01/2016	4	23	399
3	3	11/01/2016	13/01/2016	3	20	362
3	4	14/01/2016	17/01/2016	4	17	303
3	5	18/01/2016	20/01/2016	3	17	294
3	6	21/01/2016	24/01/2016	4	17	304
4	1	25/01/2016	27/01/2016	3	18	326

4	2	28/01/2016	30/01/2016	3	17	305
4	3	31/01/2016	02/02/2016	3	17	301
4	4	03/02/2016	05/02/2016	3	16	272
4	5	06/02/2016	08/02/2016	3	16	268
4	6	09/02/2016	11/02/2016	3	15	238
5	1	12/02/2016	16/02/2016	5	15	250
5	2	17/02/2016	21/02/2016	5	17	288
5	3	22/02/2016	28/02/2016	7	19	325
5	4	29/02/2016	06/03/2016	7	23	362
5	5	07/03/2016	13/03/2016	7	27	410
5	6	14/03/2016	18/03/2016	5	31	431
6	1	19/03/2016	23/03/2016	5	31	410
6	2	24/03/2016	30/03/2016	7	31	386
6	3	31/03/2016	06/04/2016	7	31	362
6	4	07/04/2016	13/04/2016	7	31	352
6	5	14/04/2016	20/04/2016	7	31	344
6	6	21/04/2016	26/04/2016	6	33	335

Cuadro 5. Descripción detallada de los ciclos de pastoreo en cada módulo (unidad experimental). Inicio y fin de pastoreo, permanencia en días, intervalo entre pastoreo (en días y en GDA-grados días acumulados, sobre una temperatura base de 5° C-) para cada una de las franjas en el tratamiento T-500 en Año 2.

Ciclo de pastoreo	Franja	Inicio de pastoreo	Fin de pastoreo	Permanencia (días)	Intervalo entre pastoreos (días)	Intervalo entre pastoreos (GDD)
1	1	16/11/2015	23/11/2015	8		
1	2	24/11/2015	30/11/2015	7		
1	3	01/12/2015	06/12/2015	6		
1	4	07/12/2015	14/12/2015	8		
1	5	15/12/2015	21/12/2015	7		
1	6	22/12/2015	28/12/2015	7		
2	1	29/12/2015	01/01/2016	4	35	560
2	2	02/01/2016	07/01/2016	6	32	541
2	3	08/01/2016	13/01/2016	6	32	542
2	4	14/01/2016	19/01/2016	6	30	510
2	5	20/01/2016	24/01/2016	5	29	521

2	6	25/01/2016	29/01/2016	5	27	483
3	1	30/01/2016	03/02/2016	5	28	475
3	2	04/02/2016	09/02/2016	6	27	453
3	3	10/02/2016	16/02/2016	7	27	450
3	4	17/02/2016	23/02/2016	7	28	468
3	5	24/02/2016	01/03/2016	7	30	484
3	6	02/03/2016	08/03/2016	7	32	504
4	1	09/03/2016	15/03/2016	7	34	517
4	2	16/03/2016	22/03/2016	7	35	496
4	3	23/03/2016	29/03/2016	7	35	449
4	4	30/03/2016	05/04/2016	7	35	414
4	5	06/04/2016	12/04/2016	7	35	401
4	6	13/04/2016	20/04/2016	8	35	378
5	1	21/04/2016	26/04/2016	6	36	372