

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ESTIVO OTOÑAL DEL 1ER. AÑO
DE DOS MEZCLAS FORRAJERAS PERENNES DE DIFERENTE
COMPOSICIÓN**

por

María Eugenia MONTANS

María Pía MONTEFIORI

María Agustina TURCATTI

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2022

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Felipe Casalás

Ing. Agr. María Elena Mailhos

Fecha: 01 de febrero de 2022.

Autoras: -----

María Eugenia Montans

María Pía Montefiori

María Agustina Turcatti

AGRADECIMIENTOS

A los directores de la tesis, Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, por darnos el apoyo y la posibilidad de realizar la tesis para alcanzar el título universitario.

Al personal de la EEMAC, por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio.

A nuestras familias y amigos por acompañarnos y apoyarnos en el transcurso de toda la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA	3
2.1.1. <i>Festuca arundinacea</i>	3
2.1.2. <i>Dactylis glomerata</i>	6
2.1.3. <i>Trifolium repens</i>	7
2.1.4. <i>Medicago sativa</i>	9
2.1.5. <i>Cichorium intybus</i>	12
2.2. MEZCLAS FORRAJERAS	14
2.2.1. <u>Características generales</u>	14
2.2.2. <u>Importancia de la mezcla de especies</u>	15
2.2.3. <u>Componentes de las mezclas</u>	15
2.2.4. <u>Dinámica de las mezclas</u>	17
2.3. EFECTOS DEL PASTOREO	19
2.3.1. <u>Características generales</u>	19
2.3.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	20
2.3.2.1. Intensidad.....	20
2.3.2.2. Frecuencia	22
2.3.3. <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción</u>	23
2.3.4. <u>Efecto sobre la morfología y fisiología de las plantas</u>	23
2.3.4.1. Efecto sobre el rebrote.....	25
2.3.4.2. Efecto sobre las raíces.....	26
2.3.4.3. Efectos sobre la utilización del forraje.....	26
2.3.4.4. Efectos sobre la composición botánica	27
2.3.4.5. Efectos sobre la persistencia	28
2.3.4.6. Efectos sobre la calidad.....	28
2.3.5. <u>Efectos del pastoreo sobre la performance animal</u>	29
2.4. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	30
2.4.1. <u>Relación consumo – disponibilidad – altura</u>	30
2.4.2. <u>Relación oferta – consumo</u>	31
2.4.3. <u>Valor nutritivo y digestibilidad</u>	32
2.4.4. <u>Producción de carne</u>	34
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36

3.1.	CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	36
3.1.1.	<u>Ubicación y período experimental</u>	36
3.1.2.	<u>Información meteorológica</u>	36
3.1.3.	<u>Antecedentes del área experimental</u>	36
3.1.4.	<u>Tratamientos</u>	37
3.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL	37
3.3.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	38
3.3.1.	<u>Variables estudiadas</u>	38
3.3.1.1.	Disponibilidad y remanente de MS	38
3.3.1.2.	Altura del forraje disponible y remanente	39
3.3.1.3.	Porcentaje de utilización	39
3.3.1.4.	Forraje desaparecido	39
3.3.1.5.	Producción de forraje	39
3.3.1.6.	Tasa de crecimiento	39
3.3.1.7.	Crecimiento en altura	39
3.3.1.8.	Composición botánica	40
3.3.1.9.	Peso de los animales	40
3.3.1.10.	Ganancia de peso de los animales	40
3.3.1.11.	Oferta de forraje	40
3.3.1.12.	Producción de peso vivo	40
3.3.1.13.	Datos meteorológicos	41
3.4.	HIPÓTESIS	41
3.4.1.	<u>Hipótesis biológica</u>	41
3.4.2.	<u>Hipótesis estadística</u>	41
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
3.5.1.	<u>Modelos estadísticos</u>	42
3.5.1.1.	Modelo estadístico para producción vegetal	42
3.5.1.2.	Modelo estadístico para producción animal	42
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	43
4.1.	DATOS METEOROLÓGICOS	43
4.1.1.	<u>Temperatura</u>	43
4.1.2.	<u>Precipitaciones y balance hídrico</u>	44
4.2.	PRODUCCIÓN DE FORRAJE	46
4.2.1.	<u>Altura y materia seca disponible</u>	46
4.2.2.	<u>Altura y materia seca remanente</u>	48
4.2.3.	<u>Forraje desaparecido</u>	49
4.2.4.	<u>Porcentaje de utilización (desaparecido)</u>	50
4.2.5.	<u>Producción de forraje</u>	52
4.2.6.	<u>Tasa de crecimiento</u>	53
4.2.7.	<u>Crecimiento en altura</u>	54
4.2.8.	<u>Composición botánica</u>	55
4.2.8.1.	Disponible	55
4.2.8.2.	Remanente	59

4.3.	<u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	60
4.3.1.	<u>Ganancia de peso de los animales</u>	60
4.3.2.	<u>Producción de peso vivo</u>	62
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	64
6.	<u>RESUMEN</u>	65
7.	<u>SUMMARY</u>	66
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	67
9.	<u>ANEXOS</u>	82

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje de <i>Festuca arundinacea</i> cv. INIA Fortuna, sembrada el 19/4/2013, y de <i>Dactylis glomerata</i> cv. INIA Perseo, sembrado el 15/4/2019	7
2. Producción de forraje de <i>Trifolium repens</i> cv. Estanzuela Zapicán, sembrado el 7/4/2017, y de <i>Medicago sativa</i> cv. Estanzuela Chaná, sembrada el 9/4/2019	12
3. Evaluaciones de una mezcla de <i>Festuca arundinacea</i> (FA), <i>Trifolium repens</i> (TR) y <i>Lotus corniculatus</i> (LC) en sus respectivos años y períodos de evaluación	18
4. Evaluaciones de una mezcla de <i>Medicago sativa</i> (MS) y <i>Dactylis glomerata</i> (DG) en sus respectivos años y períodos de evaluación	19
5. Evaluación de la producción de carne en una mezcla de <i>Festuca arundinacea</i> (FA), <i>Trifolium repens</i> (TR) y <i>Lotus corniculatus</i> (LC) en sus respectivos años y períodos de evaluación	34
6. Evaluación de la producción de carne en una mezcla de <i>Medicago sativa</i> (MS) y <i>Dactylis glomerata</i> (DG) en sus respectivos años y períodos de evaluación	35
7. Balance hídrico del período de evaluación estivo-otoñal del año de evaluación (2021)	45
8. MS (kg/ha) y altura (cm) del disponible promedio para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	46
9. MS (kg/ha) y altura (cm) del remanente promedio para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	48
10. Porcentaje de utilización (%) para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	50
11. Producción de forraje (kg MS/ha) para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	52
12. Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	54

13. Composición botánica (%) del disponible para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	56
14. Composición botánica (%) del remanente para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación	58
15. Ganancia individual (kg/a/d) y oferta de forraje (kg MS/100 kg PV) para ambos períodos en cada tratamiento	60
16. Producción de peso vivo en kg/ha y en kg/animal para ambos períodos de evaluación y en el total del experimento, para los dos tratamientos	62
17. Eficiencia de utilización (kg MS/kg PV producido) para ambos períodos de evaluación de cada tratamiento	63
Figura No.	
1. Promedio anual de algunos parámetros de calidad de diferentes cultivares de festuca	5
2. Croquis distribución de bloques y tratamiento	38
3. Registro de las temperaturas durante el experimento comparado con promedios históricos	43
4. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con promedios históricos	44
5. Utilización del disponible (kg MS/ha) según asignación de forraje ..	51
6. Evolución de la composición botánica de la mezcla DA (%)	59
7. Evolución de la composición botánica de la mezcla FAcTb (%)	59

1. INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria en el Uruguay tiene una gran importancia desde el punto de vista económico dado que representa un alto porcentaje del PBI total. La ganadería se produce bajo sistemas pastoriles, fundamentalmente sobre campo natural. Sin embargo, dado el clima y la escasa regulación de carga, este presenta algunas limitantes como lo son: la baja productividad, calidad (por la ausencia de leguminosas) y accesibilidad, y la marcada estacionalidad productiva hacia el verano. Según Zanoniani (2014), dada la reducción del área destinada al pastoreo, por el aumento de la agricultura y en menor medida la forestación, fue necesaria la “*incorporación de alternativas que permitan una mayor producción de forraje, así como una mayor eficiencia en su utilización para mantener y/o aumentar los niveles de producción en el sector.*” Estas alternativas son las pasturas sembradas y se presentan principalmente en espacios donde la calidad edáfica es superior, permitiendo obtener mejores resultados productivos y económicos.

De esta manera es posible distinguir en la región dos grandes grupos de sistemas de producción ganadera: los sistemas extensivos y los intensivos, donde los diferentes tipos forrajeros tienen mayor o menor relevancia (Carámbula, 2010a).

Actualmente, es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito, formadas por especies complementarias, intentando cubrir una buena distribución estacional, principalmente en el período estivo-otoñal donde la oferta forrajera puede verse disminuida. Sin embargo, existen ciertas limitantes que condicionan su buen comportamiento, como son los problemas de implantación, la falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, el enmalezamiento prematuro, la evolución hacia una estacionalidad marcada, la baja persistencia asociada al componente leguminosa y problemas en las siembras asociadas.

En este sentido, se destaca la alfalfa por su elevada producción estivo-otoñal, y la achicoria por su producción primaveral y su buen aporte otoñal. Estas podrían ser opciones para incrementar la producción en el período estivo-otoñal (Muslera y Ratera, 1991).

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo es buscar alternativas de pasturas sembradas, con mayor aporte estivo-otoñal, para aumentar la producción primaria y secundaria. Las mezclas propuestas están compuestas por *Festuca arundinacea* (festuca), *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Cichorium intybus* (achicoria), y otra por *Dactylis glomerata* (dactylis) y *Medicago sativa* (alfalfa).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de este trabajo son tres. Por un lado, evaluar y comparar la producción de forraje de las mezclas forrajeras mencionadas anteriormente. Comparar la evolución de la proporción de especies en la mezcla, mediante la variable composición botánica. Además, evaluar y comparar la producción de peso vivo (PV), tanto en términos de producción individual (kg PV/animal) como en producción de PV por hectárea (kg PV/ha).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

A continuación, se presentan las características de las especies utilizadas en las mezclas evaluadas, incluyendo los datos de producción en base a la bibliografía consultada.

2.1.1. *Festuca arundinacea*

La festuca es una gramínea con un hábito de vida perenne, ciclo de producción invernal y un hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso. Se adapta a un amplio rango de suelos, desde ácidos a alcalinos, aunque prospera mejor en suelos medios a arcillosos. A su vez, presenta un buen crecimiento en lugares húmedos y una adecuada resistencia a sequías y heladas. Esta especie presenta una lenta estabilización, siendo muy susceptible a la competencia ejercida por otras. Esto puede verse disminuido en siembras en la línea. Lo anterior es consecuencia de una baja movilización de reservas de la semilla, y por tanto un crecimiento lento por parte de la raíz (Carámbula, 2010a).

Por esta razón es que la producción durante el primer año es baja, pero puede persistir durante muchos años si se maneja de forma adecuada. En este sentido, la festuca presenta un amplio valor desde el punto de vista productivo, dado que cubre los requerimientos de forraje de la región (Langer, 1981b).

El número de macollos aumenta en la fase vegetativa durante el otoño e invierno, donde los valores máximos se alcanzan a fines de este último, para luego disminuir en la primavera y verano (Formoso, 2010).

Por esta razón es que presenta precocidad otoñal y un rápido rebote invernal, admitiendo pastoreos frecuentes (15 cm) e intensos (3 a 5 cm). De esta manera se aprovecha el forraje de buena digestibilidad y apetecibilidad, evitando la aparición de maciegas por rechazo de los animales, endureciendo así la pastura (Carámbula, 2010a). Es decir, se recomienda no permitir el encañado ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, debilitando a la planta y afectando su persistencia (García, 2003).

Este manejo es posible debido a que existen en la planta sustancias de reserva en raíces y rizomas cortos, asociado a que, por lo general, presentan áreas foliares remanentes altas (McKee et al., citados por Maciel y Tucci, 2015). Es recomendado pastorear a una altura de alrededor de los 10 cm; más allá de esta etapa la festuca parece perder valor alimenticio. Florece temprano en primavera y presenta un excelente

crecimiento en esta estación, pero reduce su palatabilidad en estado reproductivo (Langer, 1981b).

El verano es la estación del año más estresante para la festuca, lo que lleva a una adaptación durante su ciclo evolutivo anual. Minimiza los requerimientos energéticos de mantenimiento, el tamaño de plantas, el número de macollas, el tamaño de hojas y aumenta el espesor de la cutícula. Esta estrategia adaptativa lleva a un mínimo de unidades de crecimiento, determina que el período estival se defina como el más crítico para esta especie. Cabe destacar que, con suficiente humedad en el suelo puede mantenerse verde durante todo el año, considerando que la falta de agua limita más su crecimiento, que las elevadas temperaturas (Formoso, 2010).

Dado que la resiembra natural de la festuca es muy baja, es importante manejar bajas intensidades y descansos adecuados en esta estación, para minimizar las pérdidas de plantas desde el primer año. Para esto es necesario promover el desarrollo del sistema radicular al final del invierno, ya que esta especie no presenta reposo estival ni posibilidades de acumular grandes volúmenes de reservas (López et al., citados por Carámbula, 2010a). Ayala et al. (2010) en esta estación recomienda pastorear a partir de los 15-18 cm hasta 5-7 cm de altura.

Para explotar la alta producción de la festuca, y su rápido rebrote, es necesario disponer de muy buena fertilidad. El nitrógeno es un nutriente muy importante que se suministra a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la incorporación de leguminosas asociadas (Méndez et al., 2017). La compatibilidad de estas especies es muy buena dado que la festuca posee hojas relativamente erectas que permiten la coexistencia con leguminosas, principalmente trébol blanco. Cuando el aporte de nitrógeno es escaso, ocurre un cambio radical en el comportamiento, tornándose amarillenta, con un rebrote lento y poco apetecido o rechazado por los animales (Langer, 1981b).

La festuca puede tener la presencia de un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*), con el cual establece una relación de mutualismo. La planta le confiere nutrientes, protección y una vía para diseminarse al endófito, mientras que este le brinda una serie de ventajas adaptativas, principalmente bajo ambientes de estrés (Bush et al., citados por Rossi et al., 2012). El mismo produce dentro de la planta una serie de alcaloides benéficos, peramina y lolina, confiriéndole una mayor tolerancia a la sequía, a insectos y nemátodos (Breen, citado por Rossi et al., 2012), aumentando el crecimiento de la planta y de su sistema radicular, y por tanto la persistencia y el rendimiento potencial. Por otro lado, también produce ergovalina y lolitren B que son nocivos para los animales y son causantes de una toxicidad conocida como festucosis (Clay y Schardl, citados por Rossi et al., 2012).

Los cultivares de festuca se pueden clasificar según una serie de criterios.

Existen dos grandes grupos en los que se dividen: cultivares mediterráneos o continentales. El primer grupo presenta un buen potencial de crecimiento durante el otoño y el invierno debido a una menor temperatura mínima de crecimiento, pero reposan en verano. Los cultivares continentales crecen todo el año, es decir no presentan latencia estival, y concentran la producción de forraje durante la primavera y el verano. El cultivar INIA Fortuna pertenece a este segundo grupo (Scherger y Jaureguizar, 2015).

Por otro lado, también se pueden clasificar según la fecha de floración, la tolerancia a la roya, la estructura de la planta, la calidad o flexibilidad, y el rendimiento total y estacional. INIA Fortuna es un cultivar obtenido en La Estanzuela luego de cinco ciclos de selección con énfasis en calidad del forraje, flexibilidad y sanidad foliar. Su carácter distintivo es su alta calidad dada por una mayor digestibilidad (DMO) y proteína cruda (PC), y menor fibra detergente neutra (FDN), asociado con una mayor flexibilidad, lo que le confiere una mayor palatabilidad y valor nutritivo (Figura 1). Esto se traduce en una superioridad del 9% de producto animal. Si bien la festuca tolera el pastoreo continuo mejor que otras especies, la mejor performance en rendimiento y calidad se obtiene con pastoreos rotativos (Ayala et al., 2010).

	DMO	FDN	PC
INIA Fortuna	70.2	58.3	17.2
Vulcan II	69.1	58.5	16.9
Estanzuela Tacuabé	68.3	59.6	16.7
INIA Aurora	68.4	59.5	16.5
Quantum	67.6	59.9	16.7

Figura 1. Promedio anual de algunos parámetros de calidad de diferentes cultivares de festuca

Fuente: Ayala et al. (2010).

Es una festuca de floración tardía (aproximadamente 2/10), y presenta alta calidad a lo largo del año, en particular en los meses de verano. Sus rendimientos anuales son similares a los de Estanzuela Tacuabé, pero muy superiores a los de otros cultivares con el mismo ciclo. Esta mayor producción se combina con excelente resistencia a la roya (Gutiérrez y Calistro, 2013).

Existe material con o sin la presencia del endófito MaxQ, siendo este un endófito benéfico que no produce los alcaloides tóxicos para el animal, pero sí le confieren las ventajas adaptativas a la planta (Rossi et al., 2012). Sin embargo, el cv. INIA Fortuna utilizado en esta evaluación no presenta este microorganismo.

Según INASE (2014), la producción de forraje, en el primer año de vida de *Festuca arundinacea* desde febrero a mayo de 2014, fue de 7192 kg MS/ha/año (Cuadro 1).

2.1.2. *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne invernada, cespitosa con macollos comprimidos lateralmente. Las hojas son glabras, de color verde azulado y con la nervadura central marcada. La lígula es blanca y visible, y no presenta aurículas (Langer, 1981b).

Se caracteriza por formar matas individuales, y dado su hábito de crecimiento presenta baja agresividad. Resiste bien a la acidez y presenta baja susceptibilidad a la toxicidad mineral (Al y Mn). Además, su sistema radicular es muy superficial, por lo que es necesario realizar manejos cuidadosos antes y durante el verano para promover el desarrollo de raíces. Sumado a que su floración es tardía y carece de latencia estival, su estación de crecimiento es más larga, lo cual lo hace muy buen competidor para el *Cynodon dactylon* (Carámbula, 2010a).

Es la gramínea perenne que soporta el rango más amplio de texturas de suelos. Presenta los menores requerimientos de nutrientes y se adapta muy bien a suelos de moderada fertilidad (Vallejo y Zapata, 2019).

A su vez, tolera de mejor manera las sequías y la sombra que el raigrás perenne, pero es muy susceptible a excesos hídricos. Debe ser sembrado superficialmente (0,5 a 1 cm) en siembras directas, pero también puede sembrarse al voleo. Su rápida implantación junto con su tolerancia a la sombra, hacen que se comporte muy bien en siembras consociadas, principalmente con alfalfa. En general, presenta mayores contenidos de proteína que festuca. A su vez, mantiene niveles de digestibilidad superiores al 70% hasta el mes de octubre. Luego disminuye pronunciadamente dependiendo del manejo (García, 1995a).

Frente a la festuca, presenta un mayor vigor inicial, lo que genera una elevada producción de macollos en un corto período de tiempo, obteniendo así mayores rendimientos en el primer año. Sin embargo, en los años siguientes se ve superado por esta primera especie (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2010a).

A su vez, las hojas viejas no limitan físicamente el pastoreo como en festuca. Algunos autores hacen énfasis en que la utilización del dactylis es mayor dado que existe en el consumo una mayor proporción de láminas ofrecidas (Astigarraga y González, 2012).

Los pastoreos deben ser rotativos, con defoliaciones frecuentes (20 cm) pero no intensas (4 a 6 cm), extrayendo entre 700 a 1300 kg/ha de MS. Este manejo permite una correcta utilización de la radiación minimizando las pérdidas por sombreado. Pastoreos continuos e intensos, especialmente en verano, reducen su persistencia dado que los animales consumen las reservas. Sin embargo, subpastoreos, principalmente durante la

floración, forman matas endurecidas que posteriormente son rechazadas por los animales. Además, es más susceptible que la *Festuca arundinacea* al pisoteo y florece más tarde que esta especie (García, 2003).

El cultivar utilizado para la investigación fue el cv. INIA Perseo. Este fue seleccionado en La Estanzuela por rendimiento y sanidad, luego de tres ciclos. Su hábito de crecimiento es semi erecto, y se destaca por su floración temprana (alrededor del 7 de octubre) y por su elevada producción primavero-estivo-otoñal. Presenta buen comportamiento frente a roya y manchas foliares, lo cual es particularmente importante en cultivares con las características previamente mencionadas. Su mayor performance se obtiene sobre suelos de texturas medias y permeables (Ayala et al., 2010).

A continuación, se observa un cuadro comparativo entre las dos gramíneas utilizadas en las mezclas evaluadas. En el mismo se presenta la producción de forraje estivo-otoñal en el primer año de vida de *Festuca arundinacea* cv. INIA Fortuna y *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, expresado en kg de MS/ha/año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de forraje de *Festuca arundinacea* cv. INIA Fortuna, sembrada el 19/4/2013, y de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, sembrado el 15/4/2019

Especie	Producción	Total anual	Estival del 1 ^{er} . año	Otoñal del 2 ^{do} . año	Estivo - otoñal
<i>Festuca arundinacea</i> cv. INIA Fortuna	Período de evaluación	Abril 2013 - febrero 2014	Diciembre - febrero 2014	Marzo - mayo 2014	Diciembre 2013 - mayo 2014
	kg MS/ha/año	12471	2718	4474	7192
<i>Dactylis glomerata</i> cv. INIA Perseo	Período de evaluación	Abril 2019 - febrero 2020	Febrero 2020	Marzo - mayo 2020	Febrero 2020 - mayo 2020
	kg MS/ha/año	9282	2714	3974	6688

Fuente: INASE (2014, 2020).

2.1.3. *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, aunque su mayor producción se da en primavera, y presenta bajo vigor inicial. Se adapta a suelos de textura media a pesada, con pH neutro, de alto contenido de materia orgánica y buena capacidad de almacenamiento de agua, obteniendo buenos rendimientos si no existe deficiencia de fósforo. En situaciones de estrés por sequía, muchas plantas mueren en el verano, por lo que puede comportarse como anual, bianual o de vida corta. Es por esto

que, para no comprometer su persistencia y productividad, requiere de humedad en el suelo (Carámbula, 2010a).

Posee la capacidad de persistir tanto vegetativamente, mediante la producción de estolones, como por resiembra natural, a partir de semillas duras. Los factores que regulan estos procesos en las pasturas son: el balance hídrico, características físicas y químicas del suelo, la fertilización, el control de malezas, manejo del pastoreo y la relación gramínea-leguminosa para capturar los recursos ambientales (Barletta et al., 2013). Según García (1995c), bajo condiciones climáticas adecuadas el trébol blanco persiste por estolones, mientras que al ocurrir situaciones de estrés se favorece la producción de semillas, dependiendo su sobrevivencia de la resiembra natural.

Es una especie glabra, de hábito postrado, con muchos tallos extendiéndose por la superficie del suelo y produce raíces adventicias desde cada nudo. Una vez que la planta se establece, el sistema radicular primario se pierde (Smetham, 1981a). Su hábito estolonífero es la principal característica que posiciona a esta especie como la más adaptada a las praderas bajo pastoreo de las zonas templadas de todo el mundo (Muslera y Ratera, 1991).

El trébol blanco presenta una serie de ventajas adaptativas que le confiere tolerancia a manejos intensos de pastoreo y le permiten mantener un alto rendimiento. Estas son: hábito postrado, meristemas contra el suelo, renuevos en el estrato inferior de la planta, y hojas maduras e inflorescencias en el estrato superior (Thomas, citado por Formoso, 1996). Dado estos dos últimos puntos, la velocidad del rebrote de la pastura después de un pastoreo o corte depende del área foliar residual, compuesta por hojas jóvenes o nuevas de alta capacidad fotosintética, dependiendo de la intensidad realizada (Formoso, 1996).

Un correcto manejo de esta leguminosa implica mantener las plantas vigorosas, con estolones largos y de buen diámetro, hojas de mayor peso individual, y una mayor proporción de hojas cosechables. Su floración no es terminal, por lo que, aunque florezca, el estolón puede seguir creciendo. Sin embargo, bajo pastoreos frecuentes e intensos pierde su habilidad competitiva (Carámbula, 2010a).

Bajo regímenes severos de defoliación, se reduce el largo del pecíolo y entrenudos, afectando el crecimiento de la planta, y, por consiguiente, la persistencia de las mismas. Lo mismo ocurre frente a períodos secos. De todas formas, una cierta proporción de inflorescencias logran producir semillas, habiendo siempre una elevada cantidad de semillas duras, por lo que no necesariamente se perderán todas las plantas, ya que serán reemplazadas por otras (García, 1995c).

En el otoño del segundo año, los pastoreos poco frecuentes tienen un doble efecto sobre el trébol blanco, lo cual depende de la densidad de la especie acompañante

en la mezcla. Cuando esta es muy densa, la entrada de luz a los estratos bajos disminuye, llevando a una reducción en el número de puntos de crecimiento y en el contenido total de carbohidratos de la planta. Por otro lado, si la densidad y la frecuencia son bajas, se produce una acumulación de carbohidratos en los estolones (Frame, citado por Capandeguy y Larriera, 2013).

Esta leguminosa se destaca por su elevado valor nutritivo, el cual se mantiene a lo largo de toda la estación de crecimiento. Además, presenta una excelente habilidad para fijar nitrógeno en grandes cantidades, balanceando la calidad del forraje al utilizarse en mezclas con gramíneas. Debido al mayor contenido de energía y proteína, y a la mayor apetecibilidad del *Trifolium repens*, el rendimiento y la producción ganadera incrementan notoriamente. Sin embargo, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el riesgo de meteorismo es elevado. Por esta razón, la inclusión de gramíneas en la mezcla mitiga este efecto (Carámbula, 2010a).

Los cultivares se clasifican en “tipos” asociados a determinadas características, siendo la principal el tamaño de sus hojas: pequeñas, intermedias o grandes. Debe tenerse en cuenta que es un carácter de variación continua cuya expresión completa depende del fotoperíodo y la temperatura (García, 1995c).

El cultivar Estanzuela Zapicán fue obtenido en La Estanzuela a partir de introducciones realizadas desde Argentina, y presenta una gran adaptación a la región. Es un cultivar de hoja intermedia, erecto, con muchos estolones y floración temprana y semillazón abundante. Se diferencia de los demás materiales por su excelente producción invernal, abundante floración y un rápido establecimiento inicial. Si bien los tréboles de hoja intermedia se benefician con manejos rotativos, la variabilidad genética les confiere buena capacidad para adaptarse a pastoreos frecuentes. Es un cultivar muy versátil, que se comporta de buena manera, tanto en mejoramientos extensivos como en praderas convencionales (Ayala et al., 2010).

Según INASE (2017), la producción de forraje estivo-otoñal, en el primer año de vida de *Trifolium repens*, para el período comprendido entre febrero y mayo de 2018 fue de 4126 kg MS/ha/año (Cuadro 2).

2.1.4. *Medicago sativa*

Es una leguminosa perenne estival, con un hábito de crecimiento erecto a partir de corona. Se caracteriza por tener un buen vigor inicial y establecimiento, un excelente potencial de producción primavera-estivo-otoñal y una alta capacidad fijadora de nitrógeno (Carámbula, 2010a).

Requiere suelos profundos, bien drenados, fértiles, con altos niveles de fósforo dado que este tiene un alto impacto en su productividad, calidad y persistencia. Es muy

sensible a la acidez, y presenta un pH óptimo de 6 a 6,5, siendo críticos los límites de 5,5 y 7,5 (Morón, 2000).

Es característico de la especie su raíz pivotante y ramificada, la cual le da la capacidad de resistencia a sequías. Ante la presencia de un subsuelo arcilloso o una capa ácida, el sistema radicular es afectado en profundidad, generando un crecimiento lateral de la raíz, lo que ocasiona falta de vigor, menor producción, enmalezamiento y susceptibilidad al estrés hídrico (Langer, 1981a). Sin embargo, la masa de raíces disminuye en la medida que se descende en el perfil del suelo, presentando a su vez la mayoría de los nódulos en los primeros 15 cm (Barnes y Sheaffer, citados por Capandeguy y Larriera, 2013).

Se le atribuyen excelentes cualidades de rendimiento, en cantidad y calidad de forraje, ya que es una especie mejoradora de suelos, restauradora de la fertilidad en rotaciones y está adaptada a regiones muy diversas. Presenta un muy alto valor nutritivo, siendo superior en primavera y cuando se encuentra en estado vegetativo. Lo mencionado anteriormente y su elevada palatabilidad, conlleva a un alto consumo de los animales (Carámbula, 2010a).

Es muy apropiada para siembras consociadas, con un buen comportamiento en mezclas, tanto con gramíneas perennes como anuales, mitigando los riesgos de meteorismo (Formoso, 2000). En estos casos, Basigalup (2007) recomienda sembrar ambas especies en líneas alternas o implantar la alfalfa en la línea y la gramínea al voleo, para disminuir la competencia.

Su producción de forraje se concentra en el período primavero-estival (65 a 75%), independientemente del grado de latencia que presente el cultivar, siendo la producción netamente estival el 28 al 33% del total anual. Por otro lado, la producción otoño-invernal está determinada por el reposo invernal (Rebuffo, 2000). Dado que la producción otoñal es baja y que es necesario realizar un manejo cauteloso del pastoreo en esta estación (para favorecer su supervivencia y productividad), no se debe considerar una contribución activa de la alfalfa (Carámbula, 2010a).

El manejo de la defoliación debe ser bajo pastoreos rotativos que permita adecuados períodos de descanso para la recomposición de sus reservas en las raíces, lo que determina rebrotes vigorosos y praderas longevas y productivas (Basigalup, 2007). Su máxima producción se obtiene cuando los cortes se dan al momento que se observan los rebrotes basales a partir de los 2 cm del suelo, o cuando la planta mide 35 a 45 cm, o cuando el 10% de las plantas se encuentra en floración (Ayala et al., 2010). Sin embargo, Rebuffo (2000) recomienda que el momento óptimo para pastorear la alfalfa debería ser determinado en función del estado de madurez del cultivo y no por la frecuencia de pastoreo.

Pastoreos severos tempranos en primavera, generan una reducción muy marcada en su producción posterior y promueve el enmalezamiento. En verano, su comportamiento depende de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo, dado que las condiciones climáticas de esta estación no son favorables (Carámbula, 2010a). En términos generales, se considera una altura de 5 cm como la intensidad adecuada de corte. Sin embargo, cuando la frecuencia de corte respeta la fisiología de la planta anteriormente mencionada, se pueden realizar pastoreos más severos de hasta 2 cm, dado que no se deteriora la pastura y se aseguran altas eficiencias de cosecha de forraje (Formoso, 2000).

Luego de un pastoreo el nivel de reservas en las raíces alcanza un valor mínimo. Por esta razón, cuando el rebrote alcance los 15 a 20 cm no debe ser pastoreada dado que no se han acumulado todas las reservas y esto debilitaría su persistencia (Formoso, 2000). En este punto, las reservas de nitrógeno son determinantes para la velocidad del crecimiento posterior y la tolerancia a las bajas temperaturas. El patrón de variación de este nutriente es similar al de proteína soluble, siendo mayor en otoño e invierno, y menor en primavera y verano (Basigalup, 2007).

Existe una secuencia rítmica en la actividad de las yemas, donde el crecimiento activo de los tallos se da a partir de la base de la planta cuando ésta alcanza cierto grado de madurez, lo que coincide con la primera aparición de flores jóvenes (Langer, 1981a). Las yemas próximas a la corona son los centros de regeneración más importantes. Cuando el pastoreo es realizado en etapas inmaduras de crecimiento, nuevos tallos pueden generarse a partir de las axilas de las hojas, si bien estos aparecen antes que aquellos que provienen de las yemas basales, contribuyen de forma limitante en la recuperación de la planta (Leach, citado por Langer y Keoghan, 1970).

Como aspectos negativos, la alfalfa presenta una elevada susceptibilidad a varias plagas y enfermedades, principalmente de corona, y una complicada e impredecible producción de semillas, por lo que no se resiembra naturalmente. A su vez, produce un alto riesgo de meteorismo (Carámbula, 2010a).

Los cultivares disponibles de *Medicago sativa* se diferencian en la producción total y estacional de forraje, en el comportamiento sanitario y en el grado de reposo o latencia invernal (Rebuffo, 2000). Este último punto es el criterio de clasificación de los cultivares comercializados en Uruguay, existiendo materiales sin reposo, con reposo corto (intermedio) o con reposo largo. La latencia invernal es una adaptación genética para sobrevivir frente a las condiciones adversas del invierno, lo que es particularmente importante en zonas climáticas extremas. Si bien en este período las plantas no crecen, se destaca que la producción final depende del potencial genético del cultivar, y no del grado de latencia (INASE, 2014).

La extensión de este período depende de los distintos umbrales de temperatura

y de la longitud del día en otoño e invierno. Entre los grupos presentados, existen diferencias en la estacionalidad de la producción forrajera, en la arquitectura de la planta y su persistencia. Las variedades sin reposo producen forraje en otoño-invierno, mientras que las que tienen reposo largo concentran la producción en primavera, siendo más adecuadas para corte o conservación de forraje (Rebuffo, 2000).

El cultivar de alfalfa utilizado fue Estanduela Chaná, una variedad seleccionada por persistencia a partir de alfalfares de origen italiano. Presenta un corto período de latencia, porte erecto, tallos largos, fecha de floración intermedia (desde noviembre hasta marzo inclusive) y excelentes rendimientos de semilla (García et al., 1991).

Esta variedad es destacada por su alta productividad durante todo su ciclo de crecimiento, produciendo hasta el 50 % del forraje total en verano. Dada su excelente precocidad y vigor de plántulas, produce altos rendimientos en el primer año cuando es sembrada temprano en otoño. Presenta buena resistencia a enfermedades foliares, pero es susceptible a la podredumbre de tallo, raíz y corona durante el primer año (Ayala et al., 2010).

A continuación, se observa un cuadro comparativo entre las dos leguminosas utilizadas en las mezclas evaluadas. En el mismo se presenta la producción de forraje estivo-otoñal en el primer año de vida de *Trifolium repens* cv. Estanduela Zapicán y *Medicago sativa* cv. Estanduela Chaná, expresado en kg de MS/ha/año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de forraje de *Trifolium repens* cv. Estanduela Zapicán, sembrado el 7/4/2017, y de *Medicago sativa* cv. Estanduela Chaná, sembrada el 9/4/2019

Especie	Producción	Total anual	Estival del 1 ^{er} . año	Otoñal del 2 ^o . año	Estivo - otoñal
<i>Trifolium repens</i> cv. Estanduela Zapicán	Período de evaluación	Abril 2017 - febrero 2018	Enero 2018	Febrero - mayo 2018	Febrero - mayo 2018
	kg MS/ha/año	9674	1790	1663	1663
<i>Medicago sativa</i> cv. Estanduela Chaná	Período de evaluación	Abril 2019 - febrero 2020	Febrero 2020	Marzo - abril 2020	Febrero 2020 - mayo 2020
	kg MS/ha/año	11449	3371	2020	5391

Fuente: INASE (2018, 2020).

2.1.5. *Cichorium intybus*

La achicoria pertenece a la familia de las compuestas, subfamilia Cichoriaceae,

se comporta en la mayoría de los casos como bienal o perenne de vida corta. Es una forrajera invernal de alta calidad, con una gran entrega de proteína digestible, sin embargo, el nivel de fibra cruda está por debajo de los requerimientos de los rumiantes (Bertín y Josifovich, citados por Carámbula, 2010a).

Su hábito de crecimiento es arrosetado a erecto, con hojas basales, con una longitud de 10 a 20 cm y un ancho de 2 a 4 cm. A su vez presenta un sistema radicular pivotante muy vigoroso, de 0,2 a 1,3 metros de largo (Moschini, citado por Fodere y Negrette, 2000). Este último punto es importante para su sobrevivencia y longevidad, dado que le brinda una alta tolerancia al estrés hídrico y la capacidad de almacenar carbohidratos, nitratos, aminoácidos y un pool de proteínas (Sechley, citado por Carbajal, 1994).

El contenido de MS de la raíz principal está correlacionado positivamente con el contenido total de carbohidratos (Frese et al., citados por Carbajal, 1994). Los rebrotes provienen del cuello de la raíz, donde posee una gran cantidad de nudos y yemas (Bertín y Maddaloni, citados por Fodere y Negrette, 2000).

Esta especie está muy adaptada a suelos de textura media a pesada, de profundidad y fertilidad media a alta (Formoso, 1996). Es muy exigente, ya que requiere gran cantidad de nutrientes en el suelo, principalmente nitrógeno. Por esta razón, Bertín y Maddaloni, citados por Carámbula (2010a) recomiendan su asociación con leguminosas para reponer el nitrógeno en suelo que extrae. Establecen que, si bien presenta un crecimiento inicial lento en siembras invernales, se implanta fácilmente entre los meses de marzo y octubre (amplio rango de época de siembra). A su vez, su producción estivo-otoñal es elevada, con un rápido crecimiento en estas estaciones, pero presenta dormancia invernal (Barry, citado por Mohr, 2018).

Formoso (1996) establece que es una especie con un alto grado de plasticidad en cuanto a la densidad de siembra. Sin embargo, los diámetros y alturas de las inflorescencias varían frente a cambios en las densidades. Por esta razón, a medida que aumenta la competencia intraespecífica, se facilita la cosecha de las plantas, así como disminuye la competencia de las malezas.

Se considera que su producción se optimiza bajo pastoreos rotativos con altas dotaciones instantáneas, con descansos de 25 a 30 días alcanzando una altura de 18 a 20 cm, y dejando un remanente no menor a 5 cm. Dependiendo de la época del año y de las condiciones climáticas, el primer pastoreo puede ser realizado aproximadamente 90 días post siembra (Ditsch y Sears, 2007).

Esta especie presenta ciertas desventajas. Por un lado, dada su alta resiembra natural y resistencia al pastoreo, bajo manejos inadecuados, puede convertirse en una especie dominante y/o maleza de los cultivos subsiguientes. Por el otro, como ya fue

mencionado anteriormente, dado el bajo nivel de fibra cruda y MS, conduce a problemas digestivos en los animales y deprime el consumo (Carámbula, 2010a). Esta alteración es conocida como empaste y se debe a la acumulación de gases (CO_2 y CH_4) producidos durante la fermentación ruminal, retenidos en el retículo rumen por la formación de burbujas. Esto se da debido a una rápida fermentación por la presencia de poca fibra y elevada proteína en el alimento (Galli, 2006).

La achicoria cultivar Endure, originaria de Estados Unidos, se caracteriza principalmente por su baja emisión de vástagos. Es una variedad con altos rendimientos de MS, principalmente en suelos húmedos, con un forraje de excelente calidad. A su vez, presenta una muy alta producción en verano y es tolerante a las sequías. Requiere vernalización para florecer, por lo que en siembras primaverales florece al año siguiente, evidenciando una fácil resiembra natural, aún en suelos compactados (Procampo Uruguay, s.f.).

2.2. MEZCLAS FORRAJERAS

2.2.1. Características generales

Las mezclas forrajeras son poblaciones artificiales, compuestas por varias especies de distintas características morfológicas. Debido a la incorporación de diferentes especies, se da una asociación entre las mismas, ocurriendo procesos complejos de interferencias dado los atributos individuales de cada una, tales como, mutua depresión o beneficio, beneficio de una en depresión de otra, así como también nula interferencia (Carámbula, 2010a).

El objetivo de las mezclas es obtener altos rendimientos de MS con alta calidad. Con la incorporación de gramíneas y leguminosas se busca principalmente que, la primera aporte forraje sostenidamente en el tiempo, mientras que la segunda fije nitrógeno atmosférico y aporte mayor calidad (Noëll, 1998).

Se pueden clasificar en mezclas ultra simples, simples y complejas, difiriendo en el número de especies que contienen. Las primeras están formadas por una gramínea y una leguminosa de un mismo ciclo de crecimiento, mientras que las mezclas simples, se componen de una mezcla ultra simple más una gramínea o una leguminosa de ciclo complementario. Por último, las mezclas complejas están compuestas por cuatro o más especies y pueden ser de ciclos similares o complementarios. Estas son de difícil manejo y establecimiento (Carámbula, 2010a). Utilizando mezclas simples y complementarias disminuye la competencia interespecífica, resultando en un potencial de crecimiento individual mayor. Además, el manejo de éstas es más fácil que el de mezclas complejas (White, 1981).

2.2.2. Importancia de la mezcla de especies

Los beneficios de implantar mezclas forrajeras en comparación a cultivos puros son que brindan mayor producción y uniformidad estacional, menor variabilidad interanual, obteniendo un alimento de mayor calidad y menor riesgo de meteorismo para los animales (Scheneiter, 2005). A su vez, las especies presentan distinta susceptibilidad a plagas y enfermedades, siendo las gramíneas más resistentes a las mismas (Fariña y Saravia, 2010).

Formoso (2011), destaca que, en una mezcla, las especies deprimidas en determinados momentos del año pasan a ser dominantes en otros. Esto hace que aumente el rendimiento global de las asociaciones, por lo que es importante complementar correctamente los ciclos, de manera de producir forraje todo el año, haciendo un uso más eficiente de los recursos. Este autor sostiene que es más importante la complementariedad temporal de las especies que la complejidad de la mezcla.

De este modo, para obtener producciones eficientes, se deben tener en cuenta las características de las especies que se incluirán en la mezcla, como son la extensión y profundidad de sistemas radiculares, el crecimiento de la parte aérea distribuido en diferentes horizontes, los períodos de crecimiento, las exigencias contrastantes de nutrientes (N y P). A su vez, se deben seleccionar especies que tengan requerimientos de fertilidad y de manejo de pastoreo lo más similares posibles (Carámbula, 2010a).

Santiñaque y Carámbula (1981) establecen que existen dos puntos de vista con respecto a la superioridad productiva de las mezclas frente al monocultivo. Por un lado, algunos autores sostienen que las mezclas no necesariamente son más eficientes que las especies puras, en utilizar los recursos ambientales disponibles, y otros autores establecen lo contrario. Estos últimos determinan que “*mezclas de especies templadas y tropicales en un ambiente que permite el crecimiento de ambos grupos rindieron más que una pastura sembrada solamente con especies templadas*” (Jones et al., citados por Santiñaque y Carámbula, 1981). Por lo tanto, estos concluyen que las mezclas de especies complementarias (invernales y estivales) pueden presentar mayores productividades que mezclas simples estacionales.

2.2.3. Componentes de las mezclas

Es necesaria la instalación de pasturas formadas por especies de distintas familias debido a varias razones. Por el lado de las gramíneas, principalmente especies perennes, brindan productividad sostenida durante muchos años, por tanto, buena estabilidad a la pastura. Además, presentan adaptabilidad a gran variedad de suelos, capacidad de mantener adecuadas poblaciones, utilización del nitrógeno simbiótico, competitividad frente a malezas, buena resistencia a la defoliación, a plagas y a enfermedades. Por otro lado, las leguminosas proveen nitrógeno a las gramíneas,

fomentan la fertilidad en suelos pobres y degradados, y contienen alto valor nutritivo como alimento animal. En relación a las compuestas, como *Cichorium intybus*, es recomendable sembrarla asociada a leguminosas con el mismo objetivo que en gramíneas, para reponer la extracción de nitrógeno del suelo (Carámbula, 2010a).

En referencia a la calidad, las leguminosas tienen menor contenido de fibra y una mayor relación de carbohidratos solubles/insolubles, que gramíneas. Además, el nivel de proteína de las leguminosas es superior y contiene aproximadamente el doble de minerales, principalmente magnesio y calcio (Smetham, 1981b).

Scheneiter (2005) investiga la incorporación de trébol blanco en una pradera de festuca. Este establece que la gramínea mantiene una alta calidad en otoño e invierno, hasta mediados de primavera. Sin embargo, posterior a esta etapa disminuye significativamente. Al agregar la leguminosa a la mezcla, se alcanza una mayor digestibilidad en primavera-verano, complementando correctamente a la festuca.

Para instalar una pastura mixta correctamente se debería lograr un balance adecuado entre gramíneas y leguminosas. Lo ideal sería una proporción de 60-70% y 20-30% respectivamente, y un 10% de malezas. Sin embargo, puede presentarse la dominancia de una especie, por lo que, cuantas más especies presente la mezcla, más difícil será mantener el balance entre los componentes (Carámbula, 2010a).

En este sentido, estudios realizados por Scheneiter (2005) en la E.E.A. Pergamino, establecen que mezclar una alfalfa con una gramínea pura, puede disminuir la población de la leguminosa. Se registró que la festuca causaba una mayor pérdida de plantas que *falaris* o *dactylis*. Por esta razón, remarca la importancia de la elección de la especie gramínea, para la persistencia del banco de proteínas formado por la leguminosa.

Se sostiene que existe una dificultad en realizar un correcto manejo sobre un componente, sin ocasionar al mismo tiempo un estrés sobre la otra especie. Para el caso del ejemplo anterior, la alfalfa o la gramínea deberán ser pastoreadas en un estado inferior al óptimo, desequilibrando el balance que existe entre ambas especies (O'Connor, citado por Langer, 1981a).

Una ventaja en relación a la inclusión de *Medicago sativa* en mezclas para los sistemas de invernada, es que aporta una alta producción y calidad del forraje durante primavera y verano, donde las especies templadas disminuyen su calidad y tasa de crecimiento. Por tanto, permite una eficiente terminación de los animales, obteniendo buenas ganancias de peso (Otondo et al., 2008). Por otro lado, el agregado de *Trifolium repens* en una mezcla, permite obtener gran adaptabilidad a diferentes condiciones edáficas, climáticas y de manejo del pastoreo, dado que generalmente presenta buen comportamiento y versatilidad (Carámbula, 2010a).

2.2.4. Dinámica de las mezclas

En cuanto a la dinámica de las especies en la mezcla, generalmente en el segundo y tercer año de la implantación de la pastura, se da un desbalance a favor del componente leguminosa. Esto determina una mayor producción primaria y secundaria, aunque aumentan los riesgos de meteorismo. Esta dominancia se puede deber a la siembra de pasturas sobre terrenos con historia agrícola, resultando en suelos pobres y degradados, en donde la fertilización fosfatada, sin el agregado de nitrógeno, desfavorece la implantación de la gramínea. Además, las leguminosas tienen una mayor facilidad para implantarse dado que requieren un nivel de humedad menor para germinar, dada la capacidad de su semilla de absorber agua. Por esto es que las leguminosas se adaptan a implantaciones en suelos con niveles restringidos de humedad. La desventaja de esto es que, si bien absorben agua rápidamente, también la pierden a gran velocidad (Carámbula, 2010a).

A pesar de las ventajas que conlleva esta dominancia, también se traduce en pasturas de baja persistencia, debido al aumento de nitrógeno en el suelo por simbiosis y a la vida corta de esta familia, se produce una invasión de especies no productivas mejor adaptadas. De esta manera se produce un enmalezamiento prematuro de la pastura, por lo que Carámbula (1991) establece que la presencia de gramíneas perennes, especialmente estivales, deberían constituir un componente obligatorio en cualquier mezcla permanente.

Se considera que los factores que causan un mayor efecto sobre la estabilidad de las pasturas son: las variedades, las enfermedades y plagas, la implantación, fertilización fosfatada, manejo y competencia, y los factores clima y suelo, interactuando continuamente con los anteriores. Las leguminosas generalmente tienen un rango menor de adaptación dado que, crecen fuera de los ecosistemas en los cuales han evolucionado. Es por esto que presentan menor resistencia al estrés ambiental y pastoril que las gramíneas (Noëll, 1998).

Existen dos formas por las que persisten las leguminosas. Por un lado, puede persistir la planta original o ésta semilla y la pastura se resiembra naturalmente. La predominancia de un mecanismo u otro depende de las condiciones de estrés, principalmente de la sequía (Tohill, citado por García, 1992).

Las mezclas formadas por especies perennes invernales responden rápidamente a las condiciones favorables de temperatura y humedad dadas en el otoño. En verano, aún en condiciones muy favorables, las especies templadas presentan restricciones fisiológicas que no le permiten aprovechar los altos niveles de radiación solar. Esto lleva a una producción de forraje limitada, y dado el mal manejo, se produce la invasión de malezas estivales (Carámbula, 2010a).

Rosengurtt (1979), establece que los animales apetecen la diversidad de especies en una pastura. De esta manera, cuando una predomina exageradamente sobre otra, el ganado busca y castiga a las que se encuentran en menor proporción, aunque sea de menor calidad. García (1992) complementa que a través de las defoliaciones se afecta la persistencia, y más aún la productividad de las pasturas. Además, determina que, aún con el mejor sistema de manejo del pastoreo, se produce una declinación del componente leguminosa.

Como conclusión, al momento de formular una mezcla se debe tener en cuenta: la adaptación edáfica de la especie, la zona geográfica donde se va a sembrar, el destino del recurso, la duración de la pradera y momento de aprovechamiento y el sistema de producción (Correa, 2003).

A continuación, se presenta una recopilación de datos de diferentes bibliografías que llevaron a cabo similares evaluaciones de mezclas forrajeras (Cuadros 3 y 4). Todos los resultados fueron determinados en el período estivo otoñal.

Cuadro 3. Evaluaciones de una mezcla de *Festuca arundinacea* (FA), *Trifolium repens* (TR) y *Lotus corniculatus* (LC) en sus respectivos años y períodos de evaluación

Referencias	Mezcla	Año	Disponible		Remanente		Prod. de MS	Desaparecido
			Altura (cm)	kg MS /ha	Altura (cm)	kg MS /ha	kg MS/ha	kg MS/ha
Abud et al. (2011)	FA + TR + LC	1 ^{er.} año	16,9	4.000	7	1.774	7.700	2.250
Capandeguy y Larriera (2013)			15,5	1.375	6,2	771	2.640	614
Rodríguez et al. (2015)			12	1.492	5	813	1.353	446
Antonaccio et al. (2016)			19	4.069	6,3	1648	4.092	2.420
Bianchi et al. (2012)		2 ^{o.} año	15,6	1.475	4	790	1.475	-
Aldeta et al. (2014)		4 ^{o.} año	29,4	3.841	17	2.090	2.150	1.715

Cuadro 4. Evaluaciones de una mezcla de *Medicago sativa* (MS) y *Dactylis glomerata* (DG) en sus respectivos años y períodos de evaluación

Referencias	Mezcla	Año	Disponible		Remanente		Prod. de MS	Desaparecido
			Altura (cm)	kg MS /ha	Altura (cm)	kg MS /ha	kg MS/ha	
Capandeguy y Larriera (2013)	MS + DG	1 ^{er.} año	25,8	2.475	11,5	898	3.603	1.548
Rodríguez et al. (2015)			15,3	1.511	4,8	800	1.374	490
Antonaccio et al. (2016)			21,7	3.415	7,3	1.276	4.585	2.139
Bianchi et al. (2012)		2 ^{o.} año	15,5	3.450	3,5	440	3.450	-
Aldeta et al. (2014)		4 ^{o.} año	28	3.265	15	1.868	2.710	1.398

2.3. EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1. Características generales

La combinación del rumiante en pastoreo y la pastura generan un sistema dinámico, en el cual las macollas producen tejido foliar de manera continua, que luego el animal consume o se pierde por senescencia. El manejo del pastoreo en pasturas sembradas presenta dos objetivos; por un lado, maximizar el crecimiento de forraje de alta calidad para el consumo animal, y por otro, mantener las pasturas vigorosas, persistentes y estables a largo plazo, para maximizar la utilización y realizar un uso eficiente del alimento (Smetham, 1981b).

Los objetivos ya mencionados son explicados por la influencia que tienen los aspectos fisicoquímicos y morfológicos de las pasturas, y el potencial genético animal, sobre su desempeño (Lucas, citado por Zanoniani, 2014). El efecto del corte depende de la cantidad y material vegetal removido, del estado fenológico de la planta y de las condiciones meteorológicas al momento del mismo, siendo la principal consecuencia la disminución en el índice de área foliar (IAF). La recuperación de la pradera depende principalmente del tejido foliar residual, de los carbohidratos de reserva y de la capacidad para movilizarlos (Velasco et al., 2005). El efecto puede ser positivo, por ejemplo, disminuyendo la senescencia foliar, o negativo a través de la selección, el

pisoteo, las deyecciones, y el arrancado y regeneración de las plantas (Nabinger, 1996).

La producción de forraje se puede incrementar a partir de un manejo eficiente de las estrategias de defoliación, frecuencia e intensidad de pastoreo, que normalmente tienen efectos opuestos. De esta forma, se ve favorecida la tasa de rebrote, y se disminuye la muerte y descomposición de las plantas (Matthews et al., citados por Garduño et al., 2009). Es decir, estas estrategias y el momento de uso de una pastura, influyen directamente sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de la misma (Velasco et al., 2005).

Las bases del manejo rotacional para optimizar la producción de pasto definen el efecto del largo del período de rebrote sobre los procesos fisiológicos que actúan sobre la acumulación neta de material vegetal (Parsons y Penning, citados por López y Olivera, 2017). Cabe destacar que un buen manejo debe realizarse de forma estacional, ya que es necesario tener en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfofisiológicos de las plantas (Carámbula, 2010a).

2.3.2. Parámetros que definen el pastoreo

Brougham, citado por Carámbula (2010c), establece que es difícil describir las variables que afectan el rebrote de una pastura (frecuencia e intensidad), debido a las interacciones que presentan estas con las condiciones ambientales. Aun así, es posible presentar lineamientos generales sobre el comportamiento de las pasturas frente a estas.

2.3.2.1. Intensidad

Se define a la intensidad de pastoreo como la relación entre la cantidad de forraje removido por el animal y su cantidad inicial previo al ingreso del mismo. La altura remanente de la pastura una vez retirados los animales no solo se afecta positivamente el rendimiento de cada pastoreo, sino que también condiciona el posterior rebrote y la producción total de la pastura (Carámbula, 2010c), a partir del número de plantas, y del peso y número de macollos (Grant et al., citados por López y Olivera, 2017).

Diferentes intensidades generan cambios en la disponibilidad y estructura de la pastura ofrecida (Zanoniani et al., 2006). Al aumentar la presión de pastoreo, se favorece la eficiencia de cosecha o utilización de forraje, pero se produce una reducción en el IAF, y, en consecuencia, una menor interceptación de la luz solar. Esto resulta en una menor tasa de crecimiento de la pastura y en menores pérdidas por senescencia (Gallarino, 2010).

El área foliar remanente está determinada no sólo por la intensidad de la defoliación, sino que también por el hábito de crecimiento de la especie. Bommer, citado

por Carámbula (2010c), establece que, posterior a un pastoreo, aquellas especies que presenten una mayor área foliar son menos susceptibles a la defoliación, restableciendo su actividad fotosintética más rápidamente. Es importante que el rastrojo sea fotosintéticamente eficiente, es decir que esté formado por hojas nuevas, con bajos porcentajes de mortandad, de manera que compense temporalmente IAF bajos (Carámbula, 2010c).

Se generan pasturas más apetecibles con altas intensidades de pastoreo, dado que aumenta la proporción de hojas y tallos tiernos, resultando en un mayor aprovechamiento del forraje. Por otro lado, si la intensidad es baja, disminuye el porcentaje relativo de hojas y los tallos se vuelven más desarrollados (Zanoniani et al., 2006).

La altura mínima del remanente, para que el crecimiento posterior no se vea afectado, depende de cada especie. Las postradas admiten alturas menores de defoliación (2,5 cm) que las erectas (5 a 7,5 cm), sin embargo, estas últimas pueden adaptarse parcialmente al pastoreo volviéndose más rastreras ante un manejo muy intenso. Lo mencionado anteriormente también varía entre gramíneas y leguminosas. Las leguminosas, debido al arreglo de sus hojas, a una misma área foliar remanente, interceptan más luz resultando en una recuperación más rápida de la planta. Leguminosas y gramíneas postradas, a pesar de alcanzar antes el IAF óptimo, generalmente obtienen rendimientos de forraje menores que las gramíneas erectas. Estas últimas favorecen su producción con manejos más aliviados (Carámbula, 2010c).

El área foliar remanente y la estación del año afectan el tiempo que transcurre hasta lograr el IAF crítico. A menor intensidad, el tiempo de reingreso es menor dado que se alcanza el IAF crítico más rápidamente, y viceversa (Smetham, 1981b). A su vez, en primavera y verano la tasa de crecimiento de la pastura es mayor, por lo que este período es menor. Sin embargo, en otoño e invierno, la altura es generalmente menor, ya que los períodos de descanso son más prolongados y la producción de forraje es más lenta. Por lo tanto, en esta época del año, se dan consumos más intensos, que permiten la llegada de la luz a los estratos inferiores, promoviendo entonces las especies invernales (Zanoniani, 1999).

Con respecto a la producción animal, Chilibroste et al. (2008) establecen que, a mayor carga animal, es decir mayor intensidad de defoliación, a pesar de que la producción de forraje y el consumo animal se ven deprimidos, las caídas en la performance individual es más que compensada por el número de animales. De todas formas, para obtener la máxima producción por hectárea deben evitarse pastoreos severos que afecten negativamente el crecimiento de la pastura, pero deben ser lo suficientemente intensos de manera de lograr elevadas eficiencias de cosecha (Cangiano et al., 1996).

2.3.2.2. Frecuencia

Carámbula (2007), define a la frecuencia como el parámetro del pastoreo determinado por el número de cortes o pastoreos que realiza el animal. Este mismo autor establece que a una mayor frecuencia, hay un menor intervalo entre pastoreos y, por tanto, menor es la producción de forraje. Sin embargo, frente a este tipo de manejos aumenta la utilización de forraje y la calidad, siendo también más homogénea en toda la pastura (Fernández, 1999).

Este intervalo es dependiente de la composición de la pastura y de la época del año en la que ocurre. La longitud del mismo está determinada por la velocidad en que la pastura alcanza un volumen de forraje adecuado, lo que se conoce como IAF óptimo o crítico (Carámbula, 2010c). Esto se corresponde con el momento en que la pastura intercepta el 95% de la radiación incidente. A una mayor intensidad de defoliación el intervalo entre pastoreos se alarga, dado que se alcanza más tarde el IAF deseado (Smetham, 1981b).

Dados los diferentes grados de plasticidad morfofisiológica que presentan las especies, las leguminosas tienen un IAF óptimo menor que las gramíneas por lo que admiten mayores frecuencias de utilización (Carámbula, 2010c). Según Brougham, citado por Carámbula (2010c), el IAF óptimo mínimo necesario para pasturas mezcla durante el verano es superior al del invierno (4,5 - 5,5 y 3 respectivamente), debido a que llega mayor cantidad de luz. A su vez, especies postradas son menos sensibles a cortes sucesivos.

Cuando se realizan defoliaciones frecuentes la pastura no alcanza el IAF crítico, por lo que reciben una mayor proporción de luz azul y una mayor relación rojo/rojo lejano, resultando en plantas con hojas cortas y una elevada densidad de tallos. Por otro lado, al manejar períodos de descanso más largos, las plantas desarrollan hojas largas, debido a la competencia por luz y la proporción de tallos disminuye (Mazzanti et al., citados por Velasco et al., 2005).

Con altas frecuencias de defoliación las posibilidades de recuperación de la pastura serán menores debido a la reducción de las sustancias de reservas y del peso de las raíces, lo que disminuye su capacidad de crecimiento. Esto genera rebrotes lentos y debilitamiento de las plantas, lo que las vuelve susceptibles al ataque de enfermedades y puede generar su muerte (Formoso, 2000).

De esta manera, la frecuencia tiene un gran impacto sobre el comportamiento de las mismas durante la estación en la que se realiza el manejo y en estaciones futuras (Formoso, 1996). Por otra parte, cuando los períodos de descanso son prolongados, la posibilidad de recuperar sus reservas es mayor y su rendimiento relativo aumenta (Smetham, 1981b).

2.3.3. Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción

Los objetivos del pastoreo deben ser colocar las plantas en condiciones similares de competencia por los recursos y permitirles su recuperación luego de la defoliación. Es por esto que descarta el pastoreo continuo tradicional, y establece que el rotativo/racional toma en cuenta estos dos aspectos, logrando una mejor producción de forraje y composición botánica. De esta manera, según la frecuencia utilizada, permite diferir en pie el crecimiento obtenido en una estación hacia otra, administrando de mejor manera la oferta de alimento (Zanoniani, 1999). A su vez, experimentos en Estados Unidos establecen que tiempos de ocupación acotados permiten un aumento de la carga sin perjudicar la productividad, y uniformizando el consumo de la pastura (Bertelsen et al., citados por Foglino y Fernández, 2009).

Las mezclas forrajeras, al estar compuestas por varias especies, obtienen rendimientos mayores bajo pastoreos frecuentes y severos que las pasturas puras (Moliterno, 2002). Sin embargo, a medida que se complejiza la mezcla es necesario realizar manejos más cuidadosos y adecuados según las especies que la componen, de manera que se mantengan las proporciones correctas y así asegurar la producción futura (Smetham, 1981b).

Como ya fue mencionado, las leguminosas admiten pastoreos más frecuentes que gramíneas dado que interceptan más luz, recuperándose más rápidamente. Asimismo, especies prostradas alcanzan el IAF óptimo antes, pero obtienen menores rendimientos que aquellas gramíneas erectas bajo pastoreos aliviados (Carámbula, 2010c). En este sentido, Heitschmidt, citado por López y Olivera (2017), determinó que, al alargar los períodos de descanso en manejos rotativos, aumentan proporcionalmente la producción y la persistencia de las especies de porte erecto, en comparación con pastoreos continuos.

Según Carámbula (2010c) la fertilidad y la defoliación definen de manera conjunta el balance de especies en una mezcla. Pastoreos poco intensos y niveles altos de nitrógeno desfavorecen a la leguminosa en la mezcla dado que esta es dominada por las gramíneas. A su vez, manejos frecuentes y dosis bajas de este nutriente no evitan que disminuya la población de leguminosas en una pradera. En este sentido, Barbier, citado por Carámbula (2010c), afirma que al aplicar nitrógeno y aumentar la frecuencia de defoliaciones, se puede mantener el balance de especies en la mezcla.

2.3.4. Efecto sobre la morfología y fisiología de las plantas

El manejo del pastoreo tiene un efecto directo sobre la morfofisiología de las plantas, a través de la tasa de producción foliar. Este último es un proceso continuo, regulado por variables ambientales y por características del estado de la pastura. La

optimización de los sistemas pastoriles depende de la interacción entre los tres flujos de tejido foliar: crecimiento, senescencia y consumo, de manera de maximizar la producción de forraje (Parsons et al., 1991).

El crecimiento vegetativo de una pastura depende de la tasa de aparición foliar (TAF), la tasa de elongación foliar (TEF), y la vida media foliar (VMF). A partir de las características morfogenéticas mencionadas se definen tres características estructurales, que son: tamaño de hoja, número de macollos y número de hojas vivas por macollo, y a partir de estas se establece el IAF. De esta forma, al alcanzar el IAF óptimo se maximiza la acumulación de forraje en el tiempo. Esto es importante para definir los manejos más adecuados, por ejemplo, decidir el período entre pastoreos en función de la VMF y el número máximo de hojas por planta. Cuando la frecuencia de defoliación es mayor que la VMF, se pierde una gran proporción de material por senescencia, por lo que aumenta la diferencia entre la producción primaria y la cosechable (Chapman y Lemaire, citados por Saldanha et al., 2013).

A su vez, existe una interrelación entre el rumiante y la pastura, siendo un proceso de doble vía donde los aspectos fisicoquímicos y morfológicos de las plantas influyen el material ingerido por el animal. Por otra parte, la defoliación determina el tipo y la cantidad de forraje remanente, siendo determinante en la capacidad de rebrote de la pastura (Chilibroste, 2002).

Al realizar un pastoreo se produce una disminución instantánea de la actividad fotosintética y como consecuencia del nivel de energía disponible para la planta. Posteriormente, al activarse la refoliación y al obtener cierto tamaño y nivel de actividad, se llegan a las máximas tasas de acumulación de MS, alcanzando el IAF óptimo (Simpson y Cuelvenor, citados por Formoso, 1996). Esto se da debido a que, al realizarse una cierta defoliación, la planta sufre un nivel de estrés, y reaccionan a través de un sistema central de regulación, ordenando y priorizando sus procesos de manera continua en el espacio y el tiempo. Como consecuencia, las mismas utilizan con mayor eficiencia la energía remanente, maximizando la velocidad del rebrote, de manera de restablecer un balance positivo de fijación de energía en el menor tiempo posible (Chapin, citado por Formoso, 1996).

Cuando la tasa de producción de forraje alcanza incrementos decrecientes, la fijación y translocación de la energía supera la demanda de los meristemas de la parte aérea, por lo que el exceso de energía será destinado para recomponer los niveles de reservas utilizados previamente (Smith, citado por Formoso, 1996).

Según Briske, citado por Fortes et al. (2004), las plantas tienen mecanismos de resistencia que le confieren habilidades para sobrevivir y crecer en sistemas pastoriles. Estos son mecanismos de escape o de tolerancia. El primero está definido por la arquitectura de la planta, impedimentos mecánicos o bioquímicos que disminuyen el

acceso y su apetecibilidad. Por otro lado, el segundo mecanismo es resultado de la disponibilidad y fuente de meristemos remanentes, y procesos fisiológicos de crecimiento.

2.3.4.1. Efecto sobre el rebrote

El rebrote de las pasturas y la producción de forraje post-pastoreo depende del nivel de carbohidratos en el rastrojo, del área foliar remanente, la eficiencia fotosintética de la misma, y si se eliminaron o no los meristemas apicales (Escuder, citado por López y Olivera, 2017).

Según Smetham (1981b), el rebrote depende de la movilización de los productos de reserva que ocurre desde las partes remanentes: el sistema radicular, el tallo, la vaina foliar y la base de la hoja. Dado lo mencionado anteriormente, el intervalo entre dos cortes sucesivos debe ser lo suficientemente largo como para recuperar los niveles de reserva de las plantas, de lo contrario, el rebrote será lento y el rendimiento se verá afectado.

A su vez, el retraso en el crecimiento de las plantas se acortará de manera proporcional, en función de la altura, la eficiencia y cantidad de área foliar remanente (Brougham, citado por Carámbula, 2010c). Por otro lado, Carámbula (2010b) menciona que, al intentar lograr altos niveles de reservas, se realizan pastoreos poco frecuentes a bajas intensidades, lo que concluye en bajas producciones de MS.

Si el IAF remanente lo permite, se puede iniciar el rebrote sin necesidad de utilizar los carbohidratos de reserva, lo que ocurre cuando las plantas se encuentran en equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración. Esto es de mayor importancia durante el verano, cuando el nivel de humedad en el suelo es muy bajo, ya que el área foliar del rastrojo residual actúa como una bomba de succión que le permite extraer de manera más eficiente el agua del suelo, aumentando la cantidad de metabolitos, debido a una mayor superficie fotosintética (Blaser et al., citados por Carámbula, 2010b).

Altas intensidades de pastoreo generan rebotes más lentos y costosos, debido a que las plantas deben recuperarse con una menor proporción de reservas, menor área foliar y meristemas menos diferenciados (Briske, 1986). Bajo este tipo de manejos, las tasas de crecimiento son inferiores, por lo que un bajo número de macollos alcanzan un gran tamaño (Lee et al., 2008).

Por último, existen diferencias entre especies con distinto hábito de crecimiento y el efecto que las defoliaciones frecuentes tienen sobre las mismas. Las especies postradas, de hojas cortas, logran una mayor productividad que las especies erectas de hojas largas (Mares, citado por Forte et al., 2004). Esto es debido a que las primeras presentan una mayor área foliar residual luego del corte, con una mayor proporción de

hojas expandidas y puntos de crecimiento indemnes (Briske, citado por Forte et al., 2004).

2.3.4.2. Efecto sobre las raíces

Uno de los factores más importantes para que las pasturas tengan altas producciones de forraje, es el desarrollo del sistema radicular. Este debe permitir un buen anclaje al suelo y una adecuada absorción de agua y nutrientes, principalmente en períodos de déficit hídrico (Carámbula, 2010b).

Luego de una defoliación, el mantenimiento o incremento de la actividad radicular depende de la translocación de carbohidratos desde los tejidos remanentes, del rápido restablecimiento del área foliar y de la fotosíntesis. El transporte de carbono y nitrógeno es redirigido hacia los meristemas activos, de manera de promover el macollaje y el rápido crecimiento de los meristemas apicales. Como consecuencia, la respiración y absorción de nutrientes por parte de las raíces se ve disminuida hasta que el área foliar y la fotosíntesis de la planta logren exceder las demandas de carbono de los tejidos en crecimiento. Por consiguiente, el crecimiento y funcionamiento radicular se ve sustancialmente reducido luego de un pastoreo moderado-intenso. Además de estas reducciones, las defoliaciones intensas pueden provocar la muerte en una parte importante del sistema radicular (Briske y Richards, 1995).

En el caso de las leguminosas, la falta de carbohidratos solubles genera que se desprendan los nódulos y se produzca un mal funcionamiento de los mismos (Valentine, citado por Carámbula, 2010b). Pastoreos intensos durante un déficit hídrico, generan una disminución de absorción de agua y nutrientes del suelo, condicionando el rebrote y la supervivencia de las plantas. Por otro lado, si ocurren excesos hídricos en suelos con escaso drenaje, el crecimiento, vigor y volumen de las raíces disminuye. Esto genera rebrotes lentos, y a su vez condiciona la supervivencia de las plantas en el verano siguiente (Carámbula, 2010b).

2.3.4.3. Efectos sobre la utilización del forraje

Se define a la utilización de forraje como la proporción de tejido foliar producido que es removido por los animales antes de que comience la senescencia (Champan y Lemaire, citados por Gastal y Lemaire, 2015). Los principales factores que afectan la utilización son la frecuencia e intensidad de pastoreo y la estructura de la pastura. Por lo tanto, para determinar una estrategia de pastoreo, se deben tener en cuenta varios factores: IAF, número de hojas vivas por macollo e intervalo de descanso óptimo para cada especie (Gastal y Lemaire, 2015).

Mayores eficiencias desde el punto de vista de la utilización del forraje se logran cuando los intervalos entre defoliaciones no permiten la acumulación de forraje

senescente, el cual disminuye el consumo y la productividad. Esto, como ya fue mencionado, depende de cada genotipo, dado su TAF (Colabelli et al., 1998). Por otra parte, con pastoreos intensos se incrementa la eficiencia de utilización, pero genera un impacto en el IAF, logrando una menor intercepción de luz y, por lo tanto, disminuyendo la eficiencia de producción de forraje (Smetham, 1981b).

En pasturas con elevado IAF, el crecimiento y la fotosíntesis se mantienen en niveles cercanos al máximo. Esto genera bajas eficiencias de utilización y ocasiona importantes pérdidas por senescencia. De manera de lograr la máxima producción, se deben evitar defoliaciones muy intensas que disminuyan el crecimiento del forraje, pero que sean suficientes para alcanzar altas eficiencias de cosecha (Gallarino, 2010).

2.3.4.4. Efectos sobre la composición botánica

La intensidad de defoliación y su frecuencia tienen un efecto sobre la preponderancia de algunas especies en detrimento de otras. En situaciones extremas puede desaparecer un grupo de especies, favoreciendo extraordinariamente el crecimiento y productividad de las restantes, cambiando de esta forma la composición original de la pastura (Gallarino, 2010). De esta forma, cuando se modifica la composición botánica, la distribución de la producción intraanual se ve alterada, sin embargo, la variación entre años es menor (Escuder, citado por De Souza y Presno, 2013).

Al momento del pastoreo, la selectividad de los animales influye fuertemente sobre la composición botánica. La mayor apetecibilidad de las leguminosas puede ocasionar una desaparición de las mismas, generando la dominancia de las gramíneas (Arnold et al., citados por Carámbula, 2010c).

Existen momentos críticos en el año donde el intervalo entre defoliaciones y la intensidad del pastoreo, pueden tener un mayor efecto sobre la composición de la pastura. Cuando una especie en particular se encuentra en activo crecimiento, pastoreos laxos pueden favorecer su permanencia. El efecto del manejo de la pastura genera cambios en menor tiempo sobre la estructura vertical de la misma, y posteriormente en la composición botánica, dado que estos cambios son más lentos en ocurrir (Jones, citado por Barthram et al., 1999).

Se encuentran importantes diferencias en la estructura de la pastura según su edad. Las praderas más viejas presentan una mayor densidad de plantas en el estrato inferior, un mayor porcentaje de MS y menor digestibilidad. Estas diferencias son producto de las variaciones que ocurren en el balance gramínea/leguminosa, el cual aumenta a lo largo del tiempo (García, 1995b).

El manejo de pasturas mixtas debe permitir el mantenimiento del equilibrio entre los componentes, de manera de lograr buenos rendimientos con forraje de alta

calidad, evitando desbalances en la dieta y riesgos de meteorismo. Llevar a cabo un manejo que beneficie a ambos componentes es muy difícil de lograr, dado que es una relación muy dinámica, fuertemente dependiente de la competencia por el N del suelo (Millot et al., 1987).

2.3.4.5. Efectos sobre la persistencia

El concepto de persistencia refiere al criterio de constancia de rendimiento dentro del equilibrio entre las especies sembradas, gramíneas y leguminosas, y la vegetación que reside en el lugar (Carámbula, 2010c). La pérdida de persistencia ocurre generalmente por la pérdida de especies perennes sembradas, principalmente las leguminosas. Las gramíneas tienden a variar menos su población, pero su rendimiento disminuye a medida que avanza la edad de la pastura. Como consecuencia de la reducción del componente leguminosa, aparecen plantas invasoras como: malezas y gramíneas ordinarias, principalmente anuales (Carámbula, citado por Carámbula, 2010c).

El manejo de pasturas tiene como objetivos aumentar la producción y promover la persistencia de las especies de interés. De esta manera, las leguminosas se pueden ver afectadas por un efecto directo sobre las mismas, o indirectamente por la promoción de las gramíneas asociadas. Estas últimas, tras presentar una mayor densidad y un crecimiento más vigoroso, ejercen una mayor competencia sobre las primeras. Además, el estrés que implica el manejo de estas pasturas, a su vez se relaciona con otros factores ambientales, como lo son la temperatura, humedad del suelo, competencia de otras especies, etc. Por esta razón, si bien es necesario ajustar la gestión a cada ambiente en particular, parecería que el componente leguminosa se ve desfavorecido a pesar de realizar un manejo óptimo (García, 1992).

Carámbula (2010c) establece que, la persistencia de una pastura se ve mayormente influenciada por las decisiones llevadas a cabo en el primer año de vida. Frecuencias elevadas reducen la acumulación de carbohidratos de reserva en órganos subterráneos, lo que puede llevar a poblaciones ralas y débiles cuando la humedad edáfica sea insuficiente. Esto es particularmente importante ante las bajas temperaturas del invierno y las elevadas del verano.

2.3.4.6. Efectos sobre la calidad

La calidad de una pastura está directamente relacionada con el valor nutritivo de las especies que la componen. Las leguminosas presentan un mayor potencial nutritivo frente a las gramíneas, debido a que las primeras poseen una menor concentración de pared celular y una alta digestibilidad de la MS, lo que conlleva a un menor tiempo de retención del alimento y, por lo tanto, un mayor consumo (Carámbula, 2010c).

Cuando las pasturas se encuentran en estado vegetativo, la digestibilidad es alta, pero, a medida que la edad de la misma avanza, aumenta el grado de lignificación de las paredes celulares y disminuye significativamente la relación hoja/tallo, principalmente en las gramíneas. Esto genera un importante descenso en la calidad de la pastura (Millot et al., 1987).

El manejo del pastoreo debe promover un porcentaje elevado de hojas verdes, de manera que la pastura sostenga una alta calidad a lo largo del año (Munro y Walters, citados por Carámbula, 2010a). A su vez, Carámbula (2010a) sostiene que, al aumentar la intensidad y la frecuencia del pastoreo en el largo plazo, la disminución en el consumo de forraje es de mayor relevancia relativa en relación a la disminución del valor nutritivo de la MS ingerida.

Defoliaciones severas y poco frecuentes producen altos rendimientos de forraje, pero de menor calidad, a diferencia de pastoreos aliviados y frecuentes, que generan menores rendimientos, pero de mayor calidad. Los cambios en la calidad de la pastura son debidos a variaciones en la relación hoja/tallo, como consecuencia de las distintas frecuencias de corte. Con altas frecuencias, el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo y menores niveles de fibra cruda (Smetham, 1981b).

2.3.5. Efectos del pastoreo sobre la performance animal

La ingestión de alimentos está determinada por varios factores: de la pastura (digestibilidad y composición química), del animal (edad, peso y condición corporal), del manejo (oferta de forraje, suplementación y fertilización) y del ambiente (temperatura, humedad y fotoperiodo). En cuanto al animal, el ritmo de consumo, el tamaño del bocado y la capacidad del rumen son las principales limitantes. Una vez alcanzado el llenado ruminal, el consumo depende del tiempo de retención, y este último está determinado por las tasas de digestión y de pasaje. A nivel metabólico, la concentración de los productos de la digestión puede determinar el consumo, por lo tanto, la concentración de energía digestible de la dieta es otra limitante (Mc Donald et al., 1999).

A una misma digestibilidad y consumo de forraje, un incremento en la actividad de pastoreo puede generar un mayor gasto energético, y como consecuencia diferencias significativas en la ganancia de peso de los animales (Kemp y Dowling, 2000).

Según Hodgson (1984), las variaciones en estas características de la pastura y en la oferta tienen un impacto sobre el valor nutritivo del forraje consumido. Bajas ofertas llevan a una depresión en la digestibilidad del alimento, mientras que cuando esta es elevada aumenta la selectividad, y por tanto la performance animal, pero disminuye la productividad por hectárea.

Con respecto a la composición de la pastura, existen importantes diferencias entre gramíneas y leguminosas, lo que genera cierta variabilidad en la curva de respuesta entre la oferta de forraje y el consumo. Cuando el animal consume gramíneas, logra menores ganancias máximas debido a factores nutricionales, como son la digestibilidad y el tiempo de retención, que afectan el consumo. Sin embargo, con leguminosas alcanza su máximo consumo a una menor oferta de forraje, debido a factores no nutricionales que afectan la facilidad de cosecha (Cangiano, 1996).

Según Tarazona et al. (2012), el consumo y la selectividad permiten regular el balance nutricional de acuerdo a las necesidades del animal. Por esta razón es importante ofrecer al animal las mayores alternativas posibles, para que este pueda regular su consumo y selectividad del alimento.

2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL

En los siguientes puntos se tratarán los principales aspectos de las relaciones pastura/animal que determinan el comportamiento de ambas.

2.4.1. Relación consumo – disponibilidad – altura

La cantidad de forraje y el consumo de MS tienen una relación que gráficamente se comporta como una curva asintótica hacia un máximo (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996). La misma tiene un período ascendente donde el consumo se limita por la capacidad de cosecha del animal, lo que se conoce como factores no nutricionales. Esta se define por el tiempo de pastoreo (minutos/día), tasa de bocados (bocados/minuto) y el tamaño de bocado (gramos/bocado). A su vez, como ya fue mencionado, estos se limitan por la selectividad y la estructura de la pastura. Por otro lado, cuando la curva se vuelve asintótica, empiezan a limitar los factores nutricionales, como lo son: la digestibilidad, el tiempo de retención ruminal y la concentración de productos metabólicos. En esta etapa se considera que la oferta de forraje no es limitante (Cangiano, 1996).

Las características de las pasturas, como la altura del forraje y la proporción de hojas verdes, están generalmente asociados de manera positiva a ciertos componentes del comportamiento ingestivo. Por otro lado, la densidad de la pastura tiene una relación negativa sobre los mismos. Estos varían a medida que cambian las características del forraje. A medida que disminuye la oferta, también lo hace el peso del bocado, pero, el animal incrementa la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo, intentando compensar esta reducción (Burns y Sollenberger, 2002).

Por otro lado, a medida que se incrementa la disponibilidad o altura del forraje, aumenta la performance animal, debido a que los animales logran cosechar el forraje

más fácilmente, maximizando la tasa de consumo. Esta relación varía según el tipo de pastura (Montossi et al., 1996).

Según un experimento realizado por Laca et al., citados por Cangiano (1996), frente a un mismo nivel de fitomasa, animales pastoreando alturas altas consiguieron mayores pesos de bocado que aquellos en pasturas bajas pero densas. La altura por debajo de la cual el consumo se ve afectado negativamente es muy relativa, sin embargo, Rovira (2008) menciona valores por debajo de 8 a 10 cm.

Se determina la altura crítica aquella en la cual se maximiza el consumo y la respuesta animal, donde mayores ofertas podrían llevar a una disminución en la eficiencia de pastoreo y producción de forraje. El consumo de MS se ve favorecido por la mayor altura de forraje, mientras que la estructura y digestibilidad no sean limitantes, debido a los cambios en la concentración de FDN y PC. Es por esto que es importante definir la altura crítica de las diferentes especies, de manera que el consumo cubra los requerimientos de los animales (Donzelli, 2013).

La altura es el parámetro que influye en mayor proporción sobre el consumo animal, en relación a la disponibilidad de la pastura. Por lo tanto, la altura remanente o la utilización son más convenientes para cuantificar el consumo y la performance animal, que la oferta de forraje (Hodgson, citado por Scott, 2009).

2.4.2. Relación oferta – consumo

La oferta de forraje se define como la cantidad de MS suministrada diariamente a cada animal. Esta es uno de los principales parámetros de manejo del pastoreo con una gran influencia sobre el consumo, siendo posible incrementar la eficiencia de utilización del forraje, cuando esta es bien manejada. En este sentido, se refiere a la asignación de forraje como los kg de MS ofertados por cada 100 kg de PV, y debe ser regulada en función de los requerimientos animales a partir de la carga del sistema (Piña y Olivares, 2012).

Según Chilbroste et al. (2005), la carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia productiva de la pastura sembrada. Una alta carga genera que la elevada intensidad de pastoreo cause un efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas, por causa de una reducción de las tasas de crecimiento de las mismas. Por el contrario, una menor carga puede generar una mayor acumulación de restos secos (Lemaire y Chapman, citados por Chilbroste et al., 2005).

A través de un aumento en la dotación se maximiza la utilización de forraje por hectárea. Sin embargo, el consumo animal disminuye, incluso hasta el punto de no cubrir los requerimientos de mantenimiento y generar pérdidas de peso (Rovira, 2008).

Dentro de cierto rango de carga, esta menor producción individual se ve compensada por la mayor cantidad de animales por unidad de área. Esto puede ser una limitante cuando es necesario maximizar la ganancia individual, por ejemplo, en animales en terminación (Beretta y Simeone, 2008).

Como ya fue mencionado anteriormente, a medida que aumenta la oferta de forraje, se incrementa el consumo y la posibilidad de selección, lo que resulta en una mayor performance animal. Sin embargo, según Jamieson y Hodgson, citados por Almada et al. (2007), cuando la asignación de forraje es mayor al 10%, no continúa este aumento en la tasa de consumo de MS, por lo que no sería conveniente incrementar la oferta por encima de este valor.

La composición del forraje consumido puede ser distinta a la del ofrecido, dada la selectividad que ejercen los animales sobre la pastura. Este comportamiento se ve afectado por la asignación de forraje, el volumen del mismo, el tipo de pastura y la presión de pastoreo. Generalmente, los animales priorizan el consumo de hojas y tallos tiernos sobre las plantas en estado fenológico avanzado, dado que las primeras presentan mayor digestibilidad y valor nutritivo (Dalley et al., 1999). Por otro lado, cuando la oferta de forraje es muy baja, los animales no diferencian entre plantas jóvenes y maduras, alterando las poblaciones vegetales debido a una escasa oferta de alimentos de alta calidad (Tongway et al., 2003).

Cuando la pastura se encuentra al comienzo del estado vegetativo presenta la mayor calidad, lo que permite una mayor oportunidad de selección por parte del animal. Sin embargo, la producción en kilogramos de MS por hectárea es muy baja. Por el contrario, a medida que continúa su desarrollo, disminuye la digestibilidad de la misma, pero aumenta la cantidad de MS. El objetivo es buscar el equilibrio entre las curvas de digestibilidad y el rendimiento de MS (Rovira, 2008).

2.4.3. Valor nutritivo y digestibilidad

Actualmente, los sistemas pastoriles se enfrentan a grandes exigencias en cuanto a productividad y valor nutritivo del forraje ofrecido, dado que ha aumentado la producción ganadera, y con esta los requerimientos por animal. La estacionalidad del crecimiento forrajero y las características nutritivas de las pasturas, constituyen un gran desafío a enfrentar para lograr una dieta balanceada en términos energéticos, proteicos y minerales. En este sentido, es necesario definir el “margen biológico” con el que las pasturas deben enfrentar las ineficiencias productivas dadas por el mal manejo y el deterioro de las mismas (Agnusdei, 2008).

El valor nutritivo de un forraje está determinado por el consumo de nutrientes y su eficiencia de conversión en producto animal. A su vez, el primero depende de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes del mismo, mientras que

el segundo se define a partir de los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, citado por Trujillo y Uriarte, 2011).

Como ya fue mencionado, la calidad de una pastura está definida principalmente por la etapa de crecimiento, la relación hoja-tallo, la composición química de las fracciones y la cantidad de restos secos, siendo el mejor estimador el contenido de proteína cruda y/o su digestibilidad. La cantidad de forraje ingerido depende de su estado fenológico, dado que al pasar a la fase reproductiva los tallos se vuelven menos digestibles y disminuye su contenido de nitrógeno (Carámbula, 2010a).

Cuando el forraje contiene un bajo contenido de nitrógeno (bajo porcentaje de proteína), la actividad fermentativa en el rumen es pobre, debido a una menor flora celulolítica. Esto, sumado a la alta proporción de pared celular de pasturas de baja calidad, genera que el tiempo de retención se vea aumentado y se deprima el consumo (Bines, citado por Ganzábal, 1997). Por otro lado, los mecanismos fisiológicos regulan el consumo en pasturas de alta calidad, dependiendo principalmente de la concentración energética. Según Ganzábal (1997), varios autores establecen que existe un límite de digestibilidad a partir del cual el consumo no es regulado físicamente, sino que actúan mecanismos metabólicos, en torno a 67-70%.

Ya es sabido que existen diferencias nutritivas entre gramíneas y leguminosas, debido a su composición química, su nivel de consumo y la utilización de nutrientes a nivel metabólico y digestivo. Las leguminosas presentan una mayor eficiencia energética por la producción de ácidos grasos volátiles y una mayor absorción de proteína por unidad de energía consumida (Barry, citado por Trujillo y Uriarte, 2011). Además, Trujillo y Uriarte (2011) establecen que las diferencias en digestibilidad no solo se dan entre las distintas partes de la planta, sino que también varía dentro de una misma fracción, principalmente en gramíneas. En estas varía tanto la digestibilidad de las hojas como la de los tallos, siendo mayor en las primeras. Sin embargo, en leguminosas la digestibilidad de esta fracción se mantiene relativamente constante.

Cabe destacar la presencia de taninos, alcaloides o sustancias tóxicas que pueden causar trastornos nutricionales en animales bajo pastoreo, principalmente presentes en leguminosas (Carámbula, 2010a).

Durante el otoño, las pasturas templadas presentan una elevada digestibilidad, pero el bajo aporte de energía y el alto contenido de nitrógeno conducen a dietas desbalanceadas a nivel ruminal. Por otro lado, la digestibilidad disminuye cuando la temperatura es elevada debido a un incremento en la tasa de crecimiento, que aumenta la lignificación de la pared celular y reduce el contenido de nitratos, proteína y carbohidratos solubles. Esto se da particularmente durante el verano (Van Soest, 1994).

2.4.4. Producción de carne

La producción ganadera de la región se caracteriza por ser principalmente de base pastoril, siendo los rumiantes los encargados de transformar forrajes fibrosos en carne vacuna (Chalkling, 2004).

Según Hodgson, citado por Beretta et al. (2007), la producción de forraje, su utilización y su eficiencia de conversión en producto animal, determinan la productividad de un sistema pastoril. La performance animal está determinada en un 70% por la cantidad de alimento que pueda consumirse, y en menor medida por la eficiencia con que digiere y metaboliza lo consumido, definidas por la calidad de la pastura (Waldo, 1986).

Cuando se maximiza el consumo de forraje, la eficiencia de conversión también es máxima. Sin embargo, llega un punto que, si la eficiencia de conversión del alimento es muy elevada, la cosecha de forraje se limita (Escuder, citado por Gallo et al., 2015). Cabe resaltar la importancia de la utilización de la pastura, siendo el objetivo alcanzar un aprovechamiento del 50% para incrementar la producción animal, y por tanto la rentabilidad por hectárea (Quinodoz, 2012).

A continuación, se presenta una recopilación de datos de diferentes bibliografías que llevaron a cabo similares evaluaciones de producción de carne sobre diferentes mezclas forrajeras (Cuadros 5 y 6). Todos los resultados fueron determinados en el período estivo otoñal.

Cuadro 5. Evaluación de la producción de carne en una mezcla de *Festuca arundinacea* (FA), *Trifolium repens* (TR) y *Lotus corniculatus* (LC) en sus respectivos años y períodos de evaluación

Referencias	Mezcla	Ganancia individual	Producción / ha	Oferta de forraje	Eficiencia de producción
		kg PV / animal / día	kg PV / ha	%	kg MS consumido / kg PV
Abud et al. (2011)	FA + TR + LC	1,18	188	10,5	-
Capandeguy y Larriera (2013)		0,46	78	2,0	-
Rodríguez et al. (2015)		0,36	124	3,5	-
Antonaccio et al. (2016)		0,80	223	5,3	21
Bianchi et al. (2012)		0,80	175	2,3	-
Aldeta et al. (2014)		0,48	119	11,0	28,8

Cuadro 6. Evaluación de la producción de carne en una mezcla de *Medicago sativa* (MS) y *Dactylis glomerata* (DG) en sus respectivos años y períodos de evaluación

Referencias	Mezcla	Ganancia individual	Producción / ha	Oferta de forraje	Eficiencia de producción
		kg PV / animal / día	kg PV / ha	%	kg MS consumido / kg PV
Capandeguy y Larriera (2013)	MS + DG	0,90	498	2,0	-
Rodríguez et al. (2015)		0,41	152	3,6	-
Antonaccio et al. (2016)		0,82	228	4,5	21,3
Bianchi et al. (2012)		1,19	275	4,9	-
Aldeta et al. (2014)		0,47	161	8,4	17,4

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Ubicación y período experimental

El trabajo presentado se realizó en la UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), Paysandú, Uruguay. La misma se ubica en el kilómetro No. 363 de la ruta nacional 3. El experimento fue comprendido entre el 9 de febrero al 25 de mayo de 2021.

El ensayo se realizó en el potrero no. 32 b sobre la latitud 32°22'29.21''S y longitud 58° 3'36.34"O, y en el potrero 35 sobre la latitud 32°22'24.05"S y longitud 58° 3'46.75"O.

Basado en la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000, Altamirano et al., 1976) el experimento se situó sobre la unidad San Manuel, la cual se desarrolla sobre la formación geológica Fray Bentos. La misma presenta como suelos dominantes Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcilloso (limosa). Como suelos asociados se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos, de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.2. Información meteorológica

El clima en Uruguay es subtropical a templado, y se caracteriza por ser isohigro con estaciones bien marcadas.

La temperatura media anual varía entre los 16° y 19° C, desde el Sureste hacia el Norte respectivamente. En enero se dan las temperaturas más elevadas, con una variación de 22° a 27° C según la zona del país, mientras que julio es el mes más frío con variaciones de 11° a 14° C. En cuanto a las precipitaciones, las mismas varían entre 1100 y 1300 mm por año, aumentando hacia el Norte. Generalmente, las lluvias predominan en las estaciones de otoño y primavera, siendo menores en verano e invierno, aunque no hay una estación típicamente lluviosa (Corsi, citado por Berretta, 1998).

3.1.3. Antecedentes del área experimental

Las pasturas experimentales fueron sembradas el 24 de mayo del 2020, sobre un rastrojo de una pradera de 4 años conformada por una mezcla de *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*. Ambas especies fueron sembradas en la línea.

Las mezclas fueron sembradas con una densidad de siembra de 15 kg/ha de

Festuca arundinacea cv. INIA Fortuna, 4 kg/ha de *Cichorium intybus* cv. Endure, y 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Estanzuela Zapicán, para la primera mezcla (FACtB). Por otro lado, la mezcla restante, compuesta por *Medicago sativa* cv. Estanzuela Chaná y *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo (DA) fue sembrada a una densidad 10 kg/ha cada especie.

Para el control químico de malezas se realizó una primera aplicación al inicio del período de barbecho de 5 l/ha de glifosato. Posteriormente, 15 días previos a la siembra se aplicaron 2 l/ha más del mismo producto. Debido a las precipitaciones dadas en la siembra de la pastura, no se pudo cumplir con el objetivo de aplicación de flumetsulam (preemergente). A mediados de setiembre, se aplicaron 450 cc de Preside y Brodal (diflufenican), con el objetivo de controlar a la *Bowlesia incana* y a los *Carduus spp.* Sin embargo, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios.

En cuanto a la fertilización, se aplicaron 120 kg/ha de 7-40/40-0 a la siembra para aumentar los resultados obtenidos en los análisis del suelo (11 ppm) a 15 ppm. Además, el 12 de agosto se realizó una refertilización con 100 kg/ha de urea.

3.1.4. Tratamientos

Ambas mezclas fueron pastoreadas con novillos de la raza Holando. Se utilizaron 3 animales en la mezcla FACtB, mientras que la mezcla DA fue pastoreada por 4 y posteriormente por 3 animales.

El peso inicial de los animales en el primer ciclo fue de 433 kg, mientras que en el segundo ciclo fue de 381 kg, correspondiendo a dos lotes de animales distintos. Los mismos pastorearon a una oferta de forraje fija de 5 a 7%. La entrada de los mismos a la parcela fue definida cuando la pastura alcanzaba la altura de 20 a 25 cm, hasta una intensidad de 7 a 10 cm (Zanoniani, 2010). El ciclo de pastoreo por bloque fue de 40 días, con una ocupación por parcela de 10 y 30 días de descanso.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con dos tratamientos de cuatro repeticiones cada uno, obteniendo así 8 parcelas. El área total del experimento abarca una superficie de 3,4 ha, las cuales se dividieron en 4 bloques. A su vez, éstos se subdividieron en 4 parcelas de 0,21 ha, donde cada una representa una unidad experimental asignada al azar (Figura 2).

Potrero 32 b	II	5 DA	6	7	8 FACtB
	I	1 DA	2 FACtB	3	4
Potrero 35	IV	5	6	7 DA	8 FACtB
	III	1	2 FACtB	3 DA	4

DA: mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*

FACtB: mezcla compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Cichorium intybus*

Figura 2. Croquis distribución de bloques y tratamientos

3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Durante el trabajo experimental se evaluaron, tanto variables relacionadas a la producción animal, como a la vegetal. Con respecto a estas últimas, se midió la producción de MS, a partir de la disponibilidad y remanente de la misma, composición botánica de las mezclas, y la proporción de malezas y suelo descubierto. Estas medidas fueron realizadas cada 15 días aproximadamente en función de la entrada y salida de los animales de las parcelas. Por otro lado, desde el punto de vista animal se determinó la ganancia diaria y las variaciones en PV.

3.3.1. VARIABLES ESTUDIADAS

3.3.1.1. Disponibilidad y remanente de MS

Por un lado, la disponibilidad de forraje es la cantidad de kg de MS por hectárea que existen al momento que entran los animales a la parcela, más el crecimiento durante el período de pastoreo. Por otro lado, el remanente se refiere a la cantidad de MS en kg/ha que permanece cuando se retiran los animales de la parcela pastoreada (Campbell, 1966).

Esta metodología se basa en la determinación de la disponibilidad de forraje en función de la altura de la pastura. La calibración de la medición fue realizada a partir de 10 cortes de muestras de 0,20 m x 0,50 m, de diferentes alturas de la pastura, desde menor a mayor. Posteriormente, estas muestras fueron pesadas en fresco, secadas en una estufa a 60° C durante 48 horas, y vueltas a pesar en seco. Con los datos de altura y biomasa disponible de cada punto se construyó una gráfica de regresión entre altura y biomasa. De esta forma, se determinó el r^2 , que debía ser mayor a 0,7, la ecuación de

regresión y la probabilidad, que debía ser menor a 0,1. A continuación se sustituyó el factor x de la regresión por la altura promedio de la parcela.

3.3.1.2. Altura del forraje disponible y remanente

Esta medida fue tomada en cm previo al ingreso de los animales a la parcela e inmediatamente posterior a su salida, con el objetivo de obtener la altura del forraje disponible y del remanente respectivamente. Los puntos de muestreo fueron definidos en zig zag, en 30 sitios diferentes por parcela, de manera de abarcar toda el área de la misma, tomando como criterio la hoja verde más alta que tocara la regla (Barthram, 1986).

3.3.1.3. Porcentaje de utilización (desaparecido)

Este concepto se define como la cantidad de MS desaparecida en función de aquella disponible previo al pastoreo de los animales. Es decir, son los kg de MS que desaparecen en función de los existentes previo a la cosecha por parte del animal (Campbell, 1966).

3.3.1.4. Forraje desaparecido

La diferencia entre el forraje disponible y el remanente es lo que se conoce como forraje desaparecido durante el pastoreo, como kg de MS (Shaw, citado por Saldanha et al., 2012). Por otro lado, también puede expresarse a este parámetro como porcentaje de desaparición, teniendo en cuenta el forraje desaparecido en relación a la MS disponible pre-pastoreo.

3.3.1.5. Producción de forraje

Este parámetro se define como la diferencia en kg de forraje por hectárea entre el inicio del pastoreo y el final del mismo, corregido por la tasa de crecimiento durante este período (Campbell, 1966).

3.3.1.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento es lo que crece la pastura en kg/ha por día en el período abarcado entre dos pastoreos sucesivos. Esta se calcula dividiendo el forraje producido en dicho tiempo y los días que descanso la parcela (Quinodoz, 2004).

3.3.1.7. Crecimiento en altura

Este parámetro indica lo que creció la pastura en altura promedio en centímetros desde el retiro de los animales hasta el pastoreo siguiente. Es decir, se

calcula como la diferencia en altura entre el disponible y el remanente anterior.

3.3.1.8. Composición botánica

Esta medida se determina por apreciación visual del aporte de MS en función de la proporción de los distintos componentes de la pastura, como lo son las especies sembradas que contiene la mezcla, restos secos, malezas y especies espontáneas. Estas fracciones debían sumar 100%, y por fuera de este porcentaje se consideraba el porcentaje de suelo desnudo (incluyendo el mantillo). Esta metodología fue definida por Brown (1954).

Por especies espontáneas se refiere a aquellas que no fueron sembradas, pero tienen buen aporte forrajero (trébol rojo, cebadilla, avena, etc., Curso de pasturas, EEMAC). La medición de estos componentes se realizó en 30 muestras en zigzag, simultáneamente con la medición de la altura. Esto se realizó tanto para el disponible como para el remanente.

3.3.1.9. Peso de los animales

Este se define como los kg de PV por animal mediante una balanza electrónica. Estas mediciones fueron realizadas el 9 de febrero, el 6 de abril, el 12 del mismo mes y el 1 de junio.

3.3.1.10. Ganancia de peso de los animales

Esta variable se define como la relación que existe entre la variación de peso de un animal, en función de los días transcurridos en pastoreo. De esta manera se obtienen los kg que ese animal produjo en ese período por día.

3.3.1.11. Oferta de forraje

Como ya fue mencionado antes (título 2.4.2), es la cantidad de forraje ofrecida en kg de MS por cada 100 kg de PV.

3.3.1.12. Producción de peso vivo por hectárea

Se define como la variación de peso de todos los animales en relación con el área de cada tratamiento. Como resultado se obtiene la producción de peso en esa superficie. Al no existir repetición de grupo de animales, no se pudo evaluar estadísticamente esta variable.

3.3.1.13. Datos meteorológicos

Tanto los registros mensuales de las precipitaciones, como los de temperatura, fueron obtenidos a partir de la estación meteorológica automática “Dr. Mario A. Cassinoni”. Estos datos fueron utilizados para el cálculo del balance hídrico.

Para la construcción del mismo fue tomado como supuesto una máxima capacidad de almacenaje de 100 y una mínima de 0. De esta manera, cuando las precipitaciones superan este valor, se limita el almacenaje a una capacidad de 100, y lo restante se establece como escurrimiento superficial o exceso. Por el contrario, cuando las precipitaciones no alcanzan la demanda de la evapotranspiración (ETP) y resulta en un almacenaje negativo, este se limita al valor de 0, y lo restante se considera como déficit. Se asumió que, en enero, previo al inicio del experimento, el almacenaje en el suelo era igual a 0.

La ETP se calcula utilizando los datos meteorológicos de la EEMAC y el método publicado por la FAO de Penman-Monteith, usando como superficie de referencia una pradera de alfalfa pura para los tratamientos, es decir un K_c igual a 1.

3.4. HIPÓTESIS

3.4.1. Hipótesis biológica

La mezcla forrajera podría incidir en la producción de forraje y/o en la producción animal. Es esperable un mayor crecimiento de la mezcla DA.

3.4.2. Hipótesis estadística

Ho: $T_1 = T_2 = 0$

Ha: existe algún efecto relativo de un tratamiento distinto de cero.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianzas entre los tratamientos a través del software estadístico INFOSAT. Asimismo, se estudiaron las diferencias entre tratamientos mediante un análisis comparativo de medias a partir de pruebas TUKEY, con una probabilidad del 10%, para la producción de forraje, composición botánica y producción animal.

3.5.1. Modelos estadísticos

3.5.1.1. Modelo estadístico para producción vegetal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

3.5.1.2. Modelo estadístico para producción animal

$$Y_{ij} = \mu + covP_i + T_j + \xi_{ij}$$

Siendo,

- Y= corresponde a la variable de interés
- μ = es la media general
- t_i = es el efecto de la i-ésimo tratamiento
- β_j = es el efecto del j-ésimo bloque
- P_i = peso inicial (utilizado como covariable)
- T_j = es el efecto de la j-ésimo tratamiento (animales)
- ξ_{ij} = es el error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

4.1.1. Temperatura

En la Figura 4 se presenta una comparación entre el registro de temperaturas medias mensuales para el promedio histórico (1961-1990), obtenidas a partir de las tablas estadísticas de INUMET (2018) y las temperaturas registradas para el experimento.

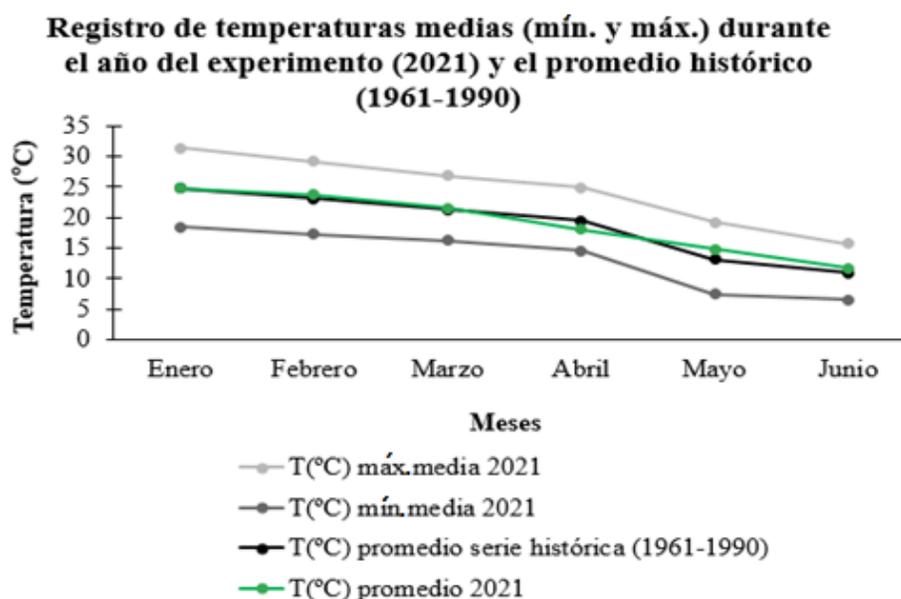


Figura 3. Registro de las temperaturas durante el experimento comparado con promedios históricos

Las temperaturas promedio para el año en estudio variaron entre 11,0 °C y 24,8 °C, siendo mínimas las diferencias con el promedio histórico en el cual, la temperatura fluctuó entre 11,7 °C y 24,8 °C. Para este año, la temperatura máxima se obtuvo durante el mes de enero, siendo de 31,4 °C, mientras que la mínima fue de 6,5 °C en el mes de junio.

En la figura se aprecia como las temperaturas promedio mensuales, para el año en estudio y el promedio histórico nacional, fueron muy similares. Las mayores diferencias se registraron en los meses de abril y mayo, con variaciones de temperatura de 1,5 °C por encima y 1,6 °C por debajo del promedio histórico, respectivamente. Para los meses de febrero, marzo y junio las diferencias fueron muy pequeñas, de entre 0,3 a

0,7 °C.

Según Carámbula (2010a), para obtener un buen desarrollo de especies con metabolismo C3, como la *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, etc., la temperatura debe estar entre los 15 a los 20° C, como se da en otoño. Si las mismas son superiores a éstas, como es la temperatura media de enero, febrero y marzo en el período de evaluación, se limita dicho crecimiento óptimo. Además, es importante considerar que la temperatura máxima de casi todos los meses fue superior a los 20° C, lo cual puede haber favorecido a las malezas (mayoría de tipo C4) y desfavorecido a las sembradas, principalmente al trébol blanco, debido a su pobre y superficial desarrollo radicular.

4.1.2. Precipitaciones y balance hídrico

En el siguiente gráfico se presenta una comparación entre el registro de precipitaciones mensuales para el promedio histórico (1961 - 1990), obtenidas a partir de las tablas estadísticas de INUMET (2018), y el registro de precipitaciones mensuales durante el experimento (Figura 3).

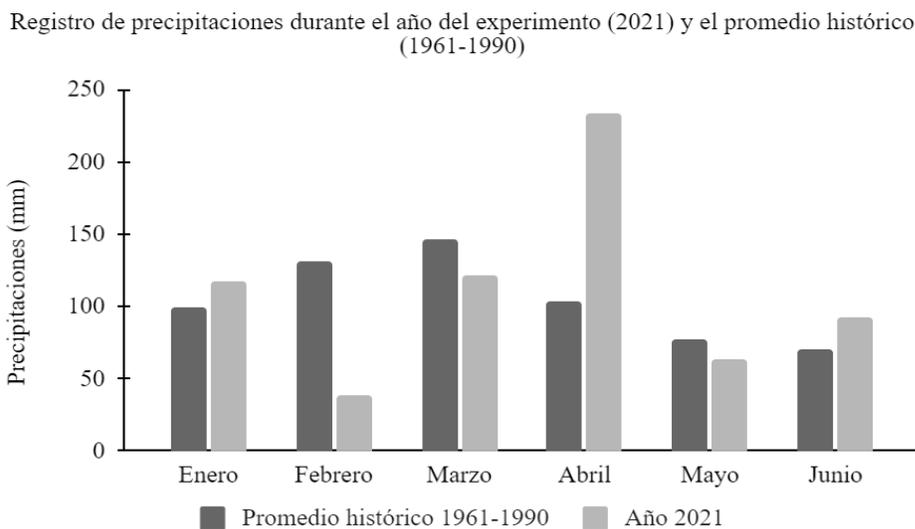


Figura 4. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con promedios históricos

A partir de la figura anterior se puede observar que hay diferencias entre los promedios mensuales obtenidos durante el experimento y el registro histórico. En comparación, en los meses de enero, junio y principalmente abril se obtuvo una mayor media de precipitaciones. Es esperable que en verano la producción sea menor que los promedios referenciados por Leborgne (1995), siendo estos de 900 kg MS/ha.

Las mayores diferencias se registran en los meses de febrero y abril. En el primer caso se da una variación de 93 mm por debajo de la media histórica nacional, mientras que en abril fue de 131 mm por encima. De todas maneras, en la totalidad del período de evaluación, se determinó una diferencia mínima de 37 mm a favor del año experimental.

En el Cuadro 7 se observa el balance hídrico, en términos matemáticos, para el período de evaluación, teniendo en consideración las precipitaciones, la ETP y el almacenaje del mes anterior. Las variables restantes utilizadas en los cálculos se encuentran en el Anexo 1.

Cuadro 7. Balance hídrico del período de evaluación estivo-otoñal del año de evaluación (2021)

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
P. - ETP	-49,9	-86,4	27,0	150,3	-1,9	53,3
Alm.	0	0	27,0	100	98,1	100
Balance hídrico	-49,9	-86,4	27,0	177,3	98,1	151,3

Se puede observar que en la mayor parte del verano (enero y febrero) se registraron precipitaciones que no cubrieron con la ETP. Esta se refiere a la demanda de la evaporación directa y a la correspondiente a la transpiración vegetal. Es por esto que en estos meses se da un déficit hídrico, el cual, sumado a las altas temperaturas características de esta época del año, se puede haber comprometido el crecimiento de la pastura, repercutiendo negativamente en la producción de forraje.

En el comienzo del otoño, las precipitaciones apenas cubren la demanda de la ETP. Sin embargo, en el mes de abril y junio se registra un exceso hídrico que genera escurrimiento superficial. En mayo, si bien las precipitaciones no fueron suficientes, el perfil del suelo se encontraba recargado de agua, por lo que existe un almacenaje casi máximo.

Como conclusión, la insuficiencia de precipitaciones en los meses estivales, sumado a la elevada demanda de la atmósfera y de la vegetación, llevaron a un déficit marcado. Esto se da principalmente en febrero, lo cual puede haber comprometido el desarrollo posterior de la pastura, particularmente el crecimiento del trébol blanco, debido a su sistema radicular superficial (Olmos, 2004). Sin embargo, en otoño no hubo deficiencias hídricas que hayan comprometido el crecimiento de las pasturas y podría promover la resiembra de especies sembradas y/o espontáneas, y malezas invernales.

4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Se presentan los resultados obtenidos durante el primer período de evaluación que va desde el 9 de febrero de 2021, hasta el 12 de abril, el segundo, desde esta fecha hasta el 15 de junio del mismo año, y para la totalidad del período, como promedio. Las variables estudiadas son las mencionadas anteriormente en el título 3, y los resultados estadísticos se presentan como un resumen en el Anexo 2. A su vez, las salidas de los análisis estadísticos sobre las variables de producción de forraje son presentadas desde el Anexo 3, hasta el Anexo 59.

4.2.1. Altura y materia seca disponible

Se evalúa el forraje disponible promedio en altura (cm) y en kg de MS por hectárea, tanto para la mezcla DA, como para la de FAcTb (Cuadro 8).

Cuadro 8. MS (kg/ha) y altura (cm) del disponible promedio para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

	Período 1		Período 2		Promedio	
Trat.	kg MS/ha	Altura (cm)	kg MS/ha	Altura (cm)	kg MS/ha	Altura (cm)
DA	1235 A	19,6 A	1202 A	17,6 A	1219 A	18,6 A
FAcTb	889 B	13,0 A	1440 A	17,0 A	1164 A	15,0 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Con respecto al forraje disponible en kg MS/ha, solo se observan diferencias significativas entre tratamientos en el primer período de evaluación, a favor de la mezcla DA. Esto es debido a la producción estival de la alfalfa, la cual, según Rebuffo (2000), es del 28 al 33% del total anual y a su capacidad de resistir frente al déficit hídrico, que según Langer (1981a), es debido a su raíz profunda y pivotante. En contraposición, la mezcla FAcTb está compuesta por tres especies invernales. A pesar de que la achicoria presenta un mayor aporte estivo-otoñal como menciona Barry, citado por Mohr (2018), este no fue suficiente para compensar la ausencia de trébol blanco y la baja producción de la festuca, si bien, según Formoso (2010), esta presenta ciertas estrategias adaptativas a las condiciones climáticas del verano. El trébol es particularmente afectado en esta estación por el estrés causado por el déficit hídrico y por las elevadas temperaturas (Carámbula, 2010a).

En el otoño estas diferencias no se visualizan, sino que se observa un mayor aporte de la mezcla FAcTb en términos numéricos. Esto es debido a una recuperación de la mezcla, como respuesta de las plantas al mayor status hídrico. Además, la mezcla se compone de especies invernales, con adecuados rebrotes otoñales de la festuca y un

rápido crecimiento de la achicoria, pero no una recuperación del stand de plantas de trébol blanco (como se verá más adelante en composición botánica). Esto no coincide con lo establecido por Zanoniani et al. (2018). A su vez, en este período, gran parte de la producción de biomasa de la mezcla DA se explica por el aporte de la alfalfa y su potencial productivo en esta estación.

Si bien podía esperarse encontrar una mayor altura en la mezcla DA, debido a la presencia de alfalfa (erecta a partir de corona), la disponibilidad de forraje en términos de altura no presenta diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los períodos evaluados. Esto puede ser consecuencia de la alta variabilidad en altura encontrada en las parcelas, lo que lleva a un promedio similar en ambas mezclas.

Por un lado, la mezcla de DA, según Formoso (2000) fue correctamente pastoreada a partir de los 20 cm respetando los requerimientos de ambos componentes. Por otro lado, se observa que en la mezcla de FAcTb, en otoño, la frecuencia fue levemente menor a la recomendada por Carámbula (2010a, 15 cm). Las diferencias son más marcadas con lo establecido por Ayala et al. (2010) en verano (15 a 18 cm), lo cual puede haber comprometido el desarrollo posterior de la pastura.

Analizando todo el período de evaluación, el manejo de entrada del pastoreo fue correcto, coincidiendo con Formoso (2000). Si bien se podrían esperar diferencias productivas a favor de la mezcla DA debido a la resistencia a sequías de la alfalfa (Langer, 1981a), y la resistencia a altas temperaturas del dactylis (García, 1995a), las mismas no son estadísticamente significativas.

Al comparar los resultados de la mezcla de DA con los obtenidos por Antonaccio et al. (2016), se puede observar que, a pesar de registrar similares alturas de entrada, el disponible en kg/ha fue ampliamente superior (Cuadro 4). Esto podría deberse a que las condiciones climáticas del experimento realizado por Antonaccio et al. (2016) fueron semejantes a las de una primavera, con un balance hídrico positivo y temperaturas menores al promedio histórico de la estación. Lo contrario se registró en el balance hídrico del verano 2021, donde existió un déficit de precipitaciones hasta el mes de febrero inclusive. Por otro lado, Rodríguez et al. (2015) alcanzan valores en altura y kg de MS similares a los obtenidos en este trabajo, lo que lo asocian a la baja productividad del dactylis debido a su susceptibilidad al déficit hídrico por su sistema radicular superficial (Olmos, 2004).

En cuanto a la mezcla de FAcTb, la misma es comparable con mezclas compuestas por festuca, trébol blanco y lotus de los autores citados en el Cuadro 3. Por un lado, Abud et al. (2011) a una misma altura registran un disponible casi 4 veces superior. Si bien se da una sequía estival importante, la implantación del *Lotus corniculatus* obtenida elevó la producción de la mezcla. Cabe resaltar que, tanto en la evaluación anterior, como en el presente trabajo, el trébol blanco se vio muy afectado

por este fenómeno.

4.2.2. Altura y materia seca remanente

A continuación, se presentan las alturas y cantidades promedio de forraje remanente para cada tratamiento.

Cuadro 9. MS (kg/ha) y altura (cm) del remanente promedio para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

	Período 1		Período 2		Promedio	
Trat.	kg MS/ha	Altura (cm)	kg MS/ha	Altura (cm)	kg MS/ha	Altura (cm)
DA	501 A	6,4 A	585 A	7,9 A	543 A	7,1 A
FACtB	269 A	4,1 B	693 A	7,9 A	481 A	5,9 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Se observó una tendencia estadística a favor del DA (p -valor $< 0,12$) durante el período 1, coincidiendo con la mayor altura registrada en el remanente de este mismo tratamiento, evidenciando diferencias significativas.

Según lo establecido por Formoso (2000), la intensidad de pastoreo sobre esta mezcla fue correcta (mayor a 5 cm). Sin embargo, el manejo recomendado por Ditsch y Sears (2007), Carámbula (2010a) para el tratamiento de FACtB es realizar pastoreos más aliviados a los registrados en esta evaluación durante el verano. Como ya fue mencionado, según López et al., citados por Carámbula (2010a), esto es particularmente importante en el manejo de festuca para evitar pérdidas de plantas desde el primer año, debido a que no acumula grandes volúmenes de reservas radiculares. En este sentido, es de gran relevancia en esta estación realizar manejos aliviados que promuevan el desarrollo radicular de las especies de ambas mezclas.

Estos resultados pueden justificarse por el disponible inicial, por la ganancia media diaria, por la carga o por el tiempo de pastoreo. Si bien estos dos últimos fueron similares en ambos tratamientos, el mayor remanente en el período 1 en la mezcla DA puede explicarse por un mayor disponible y un levemente mayor desempeño animal (como se verá más adelante). Sin embargo, dado que todo esto es igual en otoño, no se observan diferencias en este parámetro. La mayor disponibilidad de agua en esta estación sumado a una mayor entrada de luz por parte de la disminución de la altura de malezas, la pastura se ve recuperada hacia el otoño.

Es necesario tener en cuenta que la proporción promedio de suelo desnudo estimada en el período 1 es numéricamente superior a favor del tratamiento FACtB, lo

que puede estar subestimando la altura de las plantas que componen el remanente (FAcTb 23% y DA 11%), indicando una menor densidad de plantas en FAcTb. Sin embargo, esta diferencia no ocurre en el segundo período, siendo los porcentajes muy similares, alrededor del 7% para ambas mezclas, lo que remarca la recuperación de esta pastura, mencionada en el título anterior.

En el otoño y en promedio total, no se observan diferencias significativas, lo que se explica por el elevado coeficiente de variación (40% aproximadamente) de estos parámetros. Esta variación se da debido a las diferencias marcadas en las diferentes zonas de las parcelas, dada la selectividad ejercida por los animales.

Bianchi et al. (2012) en el tratamiento de festuca, obtienen una altura remanente promedio similar, pero una mayor cantidad de kg de MS/ha (Cuadro 3). Estos explican los resultados en función del elevado enmalezamiento de esta mezcla. Sin embargo, en DA obtienen un menor remanente, tanto en altura como en kg de MS (Cuadro 4).

Por otro lado, Capandeguy y Larriera (2013) en el tratamiento DA registran valores de remanente mayores a los de este tratamiento (Cuadro 4). Esto puede tener como consecuencia la maduración del forraje, ocasionando pérdidas en el valor nutritivo y palatabilidad de la pastura (Kothmann, citado por Berretta, 1996). A su vez, en la mezcla de festuca se observan resultados similares en términos de altura, y una leve diferencia en kg de MS/ha (Cuadro 3).

4.2.3. Forraje desaparecido

Al evaluar el forraje desaparecido (kg MS/ha), no se registraron diferencias significativas entre tratamientos, obteniendo un valor promedio de 1359 +/- 4,95 kg MS/ha. Estos resultados no eran esperados ya que, este parámetro es afectado por la estructura de la pastura. Carámbula (2010a) establece que, por un lado, la pradera de DA presenta un hábito de crecimiento más erecto, mientras que el tratamiento de FAcTb es más postrado, siendo la festuca cespitosa a rizomatosa, el trébol blanco estolonífero y la achicoria arrosada.

De todas maneras, la estructura jugó un rol menor en relación a las necesidades nutricionales de los animales, que determinaron que el desaparecido sea muy similar a lo utilizado. Es decir, se puede pensar que, de lo que desapareció, poco fue perdido por el pastoreo, sino que la mayor parte fue consumida.

Si bien podrían haberse esperado diferencias a favor del tratamiento de DA, debido a un mayor forraje disponible (kg MS/ha), no fue lo observado. Esto puede explicarse por el mayor remanente registrado en esta pastura, y como consecuencia una misma cantidad de forraje desaparecido, debido a que el otro tratamiento presentó un menor disponible, pero a su vez, un menor remanente.

En este sentido, Capandeguy y Larriera (2013), a una cantidad similar de pastura disponible, obtienen un menor valor de forraje desaparecido, lo que puede explicarse por el mayor remanente. Esto se observa en ambas mezclas evaluadas. Por el contrario, Antonaccio et al. (2016), a un mismo remanente, registran en ambos tratamientos una mayor cantidad de desaparecido, debido a la elevada disponibilidad en términos de kg de MS/ha. De todas formas, en términos de proporción, lo consumido es mayor en la presente evaluación, que lo obtenido por los autores citados. No así en cantidad.

Según García (2003), los kg de MS/ha desaparecidos, bajo un adecuado manejo, deben estar entre 700 y 1300 kg MS. Estos resultados son semejantes a los registrados en la presente evaluación.

4.2.4. Porcentaje de utilización (desaparecido)

En el Cuadro 10 se presenta el % de utilización como la proporción de forraje disponible que es cosechado. Cabe resaltar que, el porcentaje de utilización definido en este estudio involucra las pérdidas por el proceso de pastoreo y se realiza sobre el forraje disponible.

Cuadro 10. Porcentaje de utilización (%) para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

	Período 1	Período 2	Promedio
Tratamiento	%		
DA	58,0 A	48,5 A	53,4 A
FACtb	68,3 A	50,0 A	59,2 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

El % de utilización promedio de la totalidad del período evaluado, resultó en una tendencia estadística hacia la mezcla FACtb, con un p-valor menor al 12%. Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre tratamientos para ninguno de los dos pastoreos estacionales.

En este sentido, la mezcla compuesta por DA presenta un % de utilización numéricamente menor a lo recomendado por Leborgne (2008), debiendo ser del 70%, tanto en verano como en otoño. Por otro lado, este mismo autor establece una utilización óptima del 60 y 70% para la pradera de festuca, en verano y otoño respectivamente. En ambos tratamientos, en verano se alcanza una utilización cercana a la citada, debido a la mayor carga que presentan las parcelas en esta estación (2,67 y 2,16 UG/ha para DA y

FACtB respectivamente). De todas maneras, los valores citados por este autor están calculados en base al crecimiento de la pastura, mientras que en esta evaluación se toma como base al disponible.

En el verano se esperaría encontrar diferencias significativas dada la mayor disponibilidad de forraje en los estratos superiores de la mezcla de DA, permitiendo una mayor accesibilidad al alimento. Sin embargo, la lignificación de los tallos de la alfalfa pudo haber afectado estos resultados.

Heitschmidt, citado por Almada et al. (2007), establece que, tanto el porcentaje de utilización, como el forraje desaparecido, están determinados por la relación entre la capacidad de consumo de los animales y lo ofrecido, y por la composición botánica de la pastura (Figura 5). Coincidiendo con lo citado por Almada et al. (2007), en verano, la alta carga y la baja oferta de forraje (alrededor del 2%), llevó a una utilización mayor que la dada en otoño, donde la carga era menor y la oferta mayor (3,5 a 4% aproximadamente).

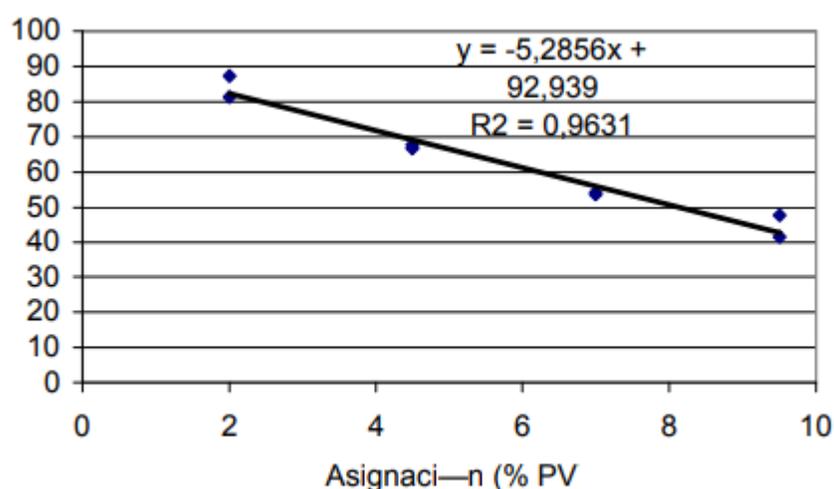


Figura 5. Utilización del disponible (kg MS/ha) según asignación de forraje

Fuente: Almada et al. (2007)

La alta carga determinada en verano no es lo recomendado por García (1995c), Formoso (2010), donde la pradera de FACtB, de ser pastoreada bajo intensos regímenes de defoliación en verano, se producen elevadas pérdidas de plántulas de festuca, y disminuye la persistencia de la leguminosa, lo cual puede ocasionar un enmalezamiento prematuro, o incluso, una colonización extrema por parte de la achicoria. Esto último, como establece Carámbula (2010a), lleva a una depresión del consumo y riesgos de

empaste.

Por otro lado, cargas de 1,83 y 1,76 UG/ha son las estimadas en otoño, lo que se justifica por un menor peso de los animales. Como se puede observar en el Cuadro 18, la oferta aumenta en otoño, por lo que era esperable obtener un menor porcentaje de utilización en esta estación. Esto coincide con lo citado por Chilibroste et al. (2005), Almada et al. (2007), donde a una menor carga y mayor oferta, el porcentaje de cosecha disminuye, y aumenta la posibilidad de selección por parte del animal.

Rodríguez et al. (2015), a similares ofertas de forraje, obtuvieron un menor porcentaje de utilización (35 y 37%, para FAcTb y DA respectivamente), lo cual lo explican por el elevado enmalezamiento de las mezclas (60% y 49%) en el forraje disponible (Cuadros 3 y 4). Según Oyhamburu et al. (2018), la presencia de malezas puede ocasionar una depresión en el consumo animal debido a una menor calidad y productividad de la pastura.

4.2.5. Producción de forraje

La evaluación sobre la producción de forraje se presenta en el Cuadro 11. La misma se mide como kg de MS/ha en todo el período de evaluación, para ambos tratamientos y pastoreos.

Cuadro 11. Producción de forraje (kg MS/ha) para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

	Período 1	Período 2	Promedio
Tratamiento	kg MS/ha		
DA	959 A	1024 A	1982 A
FAcTb	568 A	1545 A	2113 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Al analizar el primer pastoreo durante el verano, se observa una tendencia productiva a favor de la mezcla DA, con un p-valor menor al 12%. Esto se explica por las especies que componen la mezcla, siendo la alfalfa estival y el dactylis invernal con una elevada producción en el verano. Lo anterior coincide con la información anteriormente presentada, donde el disponible en kg de MS/ha fue mayor en esta misma mezcla.

De todas maneras, se podría esperar una diferencia más marcada entre tratamientos, pero las lluvias escasas en esta estación fueron determinantes para la producción de dactylis, el cual, según Olmos (2004), posee un sistema radicular

superficial poco desarrollado. Cabe destacar, que estas condiciones también afectan a la festuca y al trébol blanco. Rebuffo (2000) establece que, esta similitud en los valores puede ser efecto del aumento en la cantidad de tallos, debido a una menor proporción de plantas, generando una compensación en el peso de las mismas.

Además, como se observará más adelante en el Cuadro 12, la tasa de crecimiento fue mayor en otoño que en verano, concordando con la mayor producción de ambos tratamientos en esta estación.

Al comparar los resultados con las evaluaciones realizadas por INASE (2014, 2017, 2020), citados en los Cuadros 1 y 2, se observa que ninguna de las mezclas de la presente evaluación alcanza los valores presentados. Además, esta bibliografía evidencia resultados que abarcan la producción desde febrero a mayo, mientras que los datos del Cuadro 11 corresponden a la producción desde febrero a junio 2021. Las mayores diferencias se dan en verano, donde las mezclas DA y FAcTb se vieron afectadas por el déficit hídrico. Sin embargo, en el otoño hubo una recuperación de ambas pasturas, respondiendo a las buenas condiciones de temperatura y humedad. De todas maneras, estos no alcanzan la producción otoñal definida por INASE (2014, 2017, 2020).

Como se observa en los Cuadros 3 y 4, Rodríguez et al. (2015) obtienen menores producciones de MS en ambos tratamientos, siendo mayores las diferencias en otoño. Estos autores justifican los resultados dada la baja contribución de las especies sembradas en el total de forraje disponible (373 kg MS/ha), debido a las malas condiciones ambientales estivales y al intenso pastoreo.

Por otro lado, Capandeguy y Larriera (2013) alcanzaron una mayor producción en ambos tratamientos (Cuadros 3 y 4). En el caso de la mezcla DA este resultado se explica por la mayor contribución de las especies sembradas. Sin embargo, en el tratamiento de festuca, las malezas y los restos secos son quienes ocasionan estas diferencias (1043 kg MS/ha). La composición botánica del forraje disponible y del remanente del presente trabajo se encuentran en los Anexos 60 y 61.

4.2.6. Tasa de crecimiento

A continuación, se observa la tasa de crecimiento obtenida en el primer pastoreo durante el verano, y en el posterior durante el otoño (Cuadro 12). Este parámetro se expresa en kg MS/ha/día.

Cuadro 12. Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

	Período 1	Período 2	Promedio
Tratamiento	kg MS/ha/día		
DA	13,9 A	16,9 A	15,4 A
FACtb	8,3 A	26,1 A	17,2 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

No se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, pero se registró una tendencia estadística a favor de la mezcla DA para el período 1, con un p-valor menor al 11%. Este resultado era de esperarse, debido a la presencia de la alfalfa, la cual presenta una elevada tasa de crecimiento durante esta estación (Formoso, 2000), y dados los resultados obtenidos en producción en el título anterior.

Por otro lado, se podría pensar que durante el período otoñal deberían existir diferencias significativas entre tratamientos, debido a que la mezcla FACtb está compuesta por especies perennes invernales, las cuales, según Carámbula (2010a) responden rápidamente a las condiciones favorables de temperatura y humedad. Según Leborgne (2008), una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* tiene una tasa de crecimiento de 10,0 kg MS/ha/d en verano y crece 20,6 kg MS/ha/d en otoño, lo cual es consistente con los resultados obtenidos.

Al analizar los resultados de la mezcla DA entre períodos, se debería observar una mayor tasa de crecimiento en verano que en otoño (Zanoniani, 1999). Si bien esto no se da, Van Soest (1994) establece que esta mayor tasa puede tener consecuencias en la digestibilidad de la pastura, debido a una mayor lignificación y una menor cantidad de carbohidratos solubles, proteínas y nitratos, que puede comprometer los resultados en producción animal evaluados más adelante. La mezcla mantiene su TC hacia el otoño debido a la mejora en las condiciones ambientales en esta estación.

Bianchi et al. (2012) registraron tasas de crecimiento promedio de 44,5 kg MS/ha/d para DA, mientras que para la mezcla de festuca obtuvieron valores similares, de 17,8 kg MS/ha/d. El elevado resultado obtenido para el primer tratamiento está explicado por las precipitaciones registradas durante el verano, a diferencia del año en estudio, en el cual se dieron condiciones de déficit hídricos durante dicha estación.

4.2.7. Crecimiento en altura

Al evaluar el crecimiento de la pastura en términos de altura (cm), no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los pastoreos, ni

en la totalidad del período de evaluación. En promedio, se logró un crecimiento de 23,4 +/- 6,0 cm. Este elevado desvío evidencia una alta heterogeneidad de la pastura.

Contrariamente a la hipótesis biológica se podría esperar una disparidad mayor entre el crecimiento de ambos tratamientos, a favor de la mezcla de DA, dado que, como ya fue mencionado, está compuesta por especies de tipo erecto. Esto puede ser por un menor desarrollo de plantas o una menor cobertura de las mismas. Dado que la pastura presentó un 9% de suelo desnudo en promedio, en comparación con un 15% correspondiente a la mezcla FAcTb, la cobertura no explica los resultados.

Estos se justifican por el pobre desarrollo de las plantas del tratamiento DA. Además, si bien el porcentaje de malezas fue similar, en casi todos los períodos de evaluación, el disponible del tratamiento FAcTb presentaba una gran proporción de malezas de tipo más erecto como *Sida rhombifolia* y su remanente por gramíneas estivales más pequeñas como *Cenchrus pauciflorus* (se encontraba recién implantado), *Digitaria sanguinalis*, *Brachiaria latifoliada* y *Echinochloa colona*. Esto puede haber contribuido a favor de los resultados.

4.2.8. Composición botánica

El análisis de la composición botánica, como ya fue mencionado, fue realizado mediante apreciación visual de cada tratamiento, sumando 100% entre las especies sembradas, las espontáneas, las malezas y los restos secos. Para todos estos componentes fue realizado un análisis estadístico, comparando ambas mezclas. Si bien la achicoria no fue tenida en cuenta para el mismo, dado que solo estaba sembrada en la mezcla FAcTb, si fue analizada su evolución en el período de evaluación.

En cuanto a las gramíneas, se refiere al dactylis en la mezcla DA y a la festuca en FAcTb, mientras que como leguminosas se encuentra a la alfalfa en la primera y al trébol blanco en la segunda. Además, en la categoría “otros” se determinan las especies espontáneas.

4.2.8.1. Disponible

En el siguiente cuadro se analizan los datos promedio de la composición botánica del disponible en términos de porcentaje. Para esto es necesario tener en cuenta el disponible total presentado anteriormente en el Cuadro 8.

Cuadro 13. Composición botánica (%) del disponible para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

%	Período 1		Período 2		Promedio	
	DA	FAcTb	DA	FAcTb	DA	FAcTb
Gramíneas	4 A	5 A	14 A	13 A	9 A	9 A
Leguminosas	63 A	1 B	54 A	2 B	58 A	2 B
Achicoria		45		49		47
Malezas	26 A	36 A	27 A	26 A	27 A	31 A
Otros	4 A	5 A	1 A	1 A	2 A	3 A
Restos secos	7 A	8 A	8 A	8 A	8 A	8 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Se encontraron diferencias significativas a favor de la mezcla DA, únicamente para la fracción leguminosa, en todos los períodos evaluados. Esto, como ya fue mencionado, está dado por la ausencia de trébol blanco en la mezcla, el cual tuvo muy bajo aporte debido al déficit hídrico ocurrido durante el verano, dado que esta especie requiere de buena humedad en el suelo para su sobrevivencia. Sin embargo, en el tratamiento DA este valor es muy significativo por la presencia de la alfalfa en la mezcla.

En cuanto al componente gramíneas, se podría haber esperado una mayor proporción de dactylis que de festuca dado que esta presenta una mejor implantación y productividad en el primer año de vida de la pastura. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas para ninguno de los períodos evaluados.

El balance ideal establecido por Carámbula (2010a) para las pasturas mixtas fue citado anteriormente (60-70% gramíneas, 20-30% leguminosas y 10% malezas). En el caso del tratamiento DA, el balance se encontró, para todos los períodos, a favor del componente leguminosa (58% en promedio). Por otro lado, en la mezcla FAcTb, la proporción de achicoria superó a las otras especies sembradas, probablemente debido a que, según Sechley, citado por Carbajal (1994), presenta una alta resistencia al déficit hídrico. Era esperable encontrar una menor proporción de gramíneas que la citada por Carámbula (2010a), debido al ciclo invernal de las mismas.

Las especies espontáneas contribuyen en un bajo porcentaje. En el caso de la mezcla DA, se encontró principalmente *Bromus catharticus*. En la mezcla FAcTb, se observó, *Bromus catharticus*, *Trifolium repens* y *Medicago lupulina*, siendo la primera especie la predominante en la mezcla.

En cuanto a la fracción maleza, éstas se encuentran por encima de lo recomendado en ambas mezclas. Ésta es una de las problemáticas que presentaron los tratamientos, que luego repercuten en los resultados de producción animal como se verá más adelante. En ambas mezclas se observó principalmente la presencia de *Sida rhombifolia*, *Amaranthus quitensis*, *Carduus sp.*, *Urtica dioica* y algunas gramíneas como *Cenchrus pauciflorus*, *Echinochloa colona*, *Cynodon dactylon* y *Setaria parviflora*. A su vez, mayormente en la mezcla DA, se encontró *Eryngium horridum*, la cual es una maleza de campo sucio.

Al comparar los resultados de enmalezamiento con los datos recabados por Gigena y Sanguinetti¹ se observa que, en términos porcentuales, estos son mayores en el presente trabajo. Sin embargo, dado que el disponible es menor (en kg MS/ha), los kg de MS de malezas son de 310 kg en promedio, mientras que en la evaluación citada alcanzan un valor promedio de 500 kg

En relación a la proporción de restos secos, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, y se registraron menores valores que los encontrados por Gigena y Sanguinetti¹. Esto puede deberse a las diferencias en oferta de forraje, donde estos autores obtuvieron menores ofertas y por tanto pastoreos más aliviados, con mayor acumulación de restos secos. La elevada intensidad de pastoreo registrada en el presente trabajo puede haber llevado a una menor senescencia del material vegetal debido a una menor selectividad por parte de los animales. Esto coincide con lo obtenido por Capandeguy y Larriera (2013), donde la oferta de forraje promedio fue similar, como se verá más adelante.

4.2.8.2. Remanente

Se analizó la composición botánica del forraje remanente post pastoreo, en términos de porcentaje (Cuadro 14). Cabe resaltar, que los kg de MS/ha remanente fueron anteriormente mencionados en el Cuadro 9.

¹ Gigena, J.; Sanguinetti, M. s.f. Evaluación de la producción de forraje y carne de dos mezclas forrajeras perennes con diferente distribución estacional. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 99 p. (en prensa).

Cuadro 14. Composición botánica (%) del remanente para ambos pastoreos y en el total del período de evaluación

%	Período 1		Período 2		Promedio	
	DA	FAcTb	DA	FAcTb	DA	FAcTb
Gramíneas	1 A	10 A	5 A	8 A	4 A	10 A
Leguminosas	43 A	1 B	24 A	1 B	34 A	1 B
Achicoria		29		31		28
Malezas	41 B	45 A	45 A	40 B	44 A	43 A
Otros	1 A	2 A	6 A	1 B	4 A	2 A
Restos secos	13 A	13 A	20 A	19 A	17 A	16 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Al igual que la composición botánica del disponible, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos a favor de la mezcla DA, en la proporción de leguminosas. En términos generales, todas las especies de valor forrajero decrecen porcentualmente desde el disponible al remanente.

La disminución en el componente leguminosa es marcada en el tratamiento DA, lo cual es coherente con lo establecido por Carámbula (2010a), donde esta familia es seleccionada por los animales, debido a una mayor calidad y palatabilidad (Figura 6). Esto no sucede en la mezcla FAcTb, siendo la razón que el trébol blanco no se encuentra disponible para el animal por su cantidad y hábito estolonífero (Figura 7).

Hacia el otoño, incrementa la proporción de restos secos dado que, la mayor parte de las malezas son anuales, y al ir completando su ciclo, pierden calidad. De esta forma, no son seleccionadas y aumenta también proporción en relación al disponible.

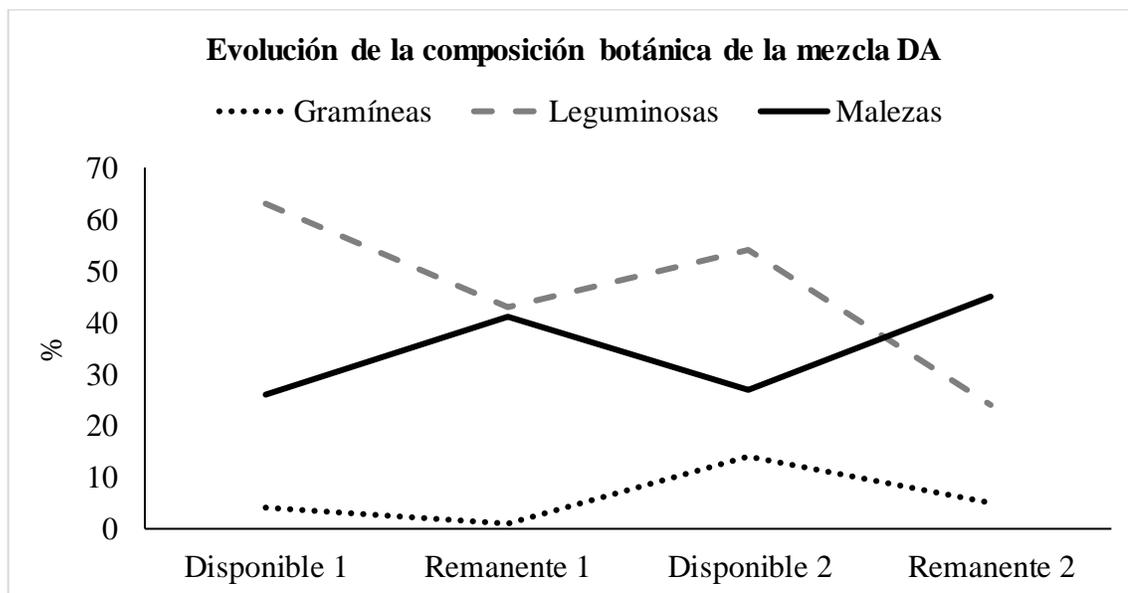


Figura 6. Evolución de la composición botánica de la mezcla DA (%)

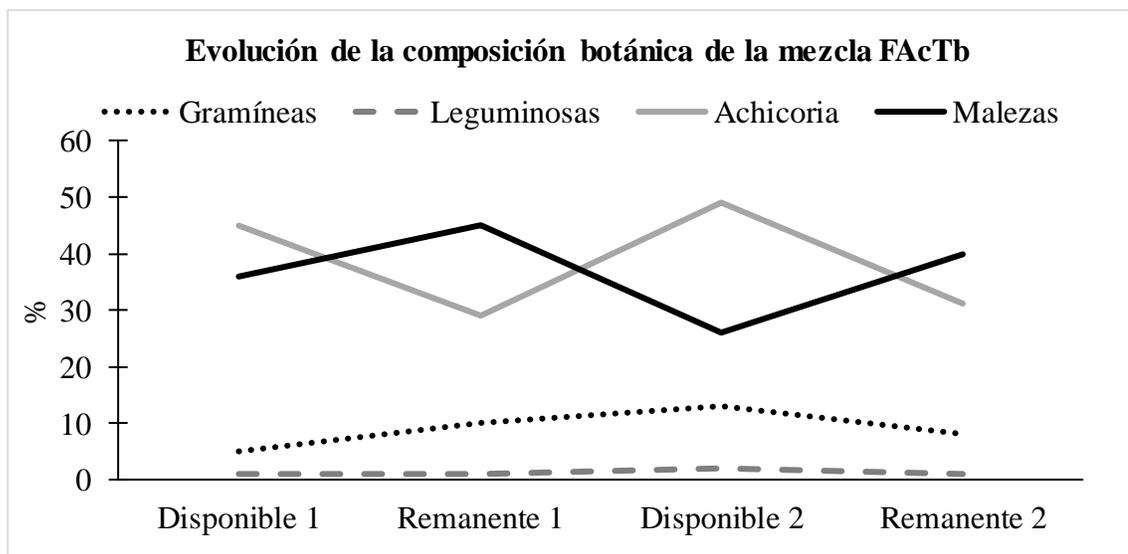


Figura 7. Evolución de la composición botánica de la mezcla FAcTb (%)

En este sentido, se puede observar una mayor proporción de gramíneas en la mezcla FAcTb en el remanente del primer período evaluado, donde la festuca es rechazada por su baja palatabilidad en estado reproductivo, y el animal selecciona la achicoria. Por la misma razón, es entendible observar una mayor proporción de malezas y restos secos en el remanente, que, en el disponible, dado que los animales

probablemente seleccionaron las especies sembradas.

En relación a las malezas, se observaron diferencias significativas entre tratamientos en ambos períodos de pastoreo. En verano a favor de FAcTb, mientras que en otoño se dio a favor de DA. Esto explicaría la menor producción de la mezcla FAcTb en el verano, por lo que las malezas no se vieron enfrentadas a competir con la pastura. En cuanto a la mezcla DA, el menor enmalezamiento puede estar explicado por la mayor producción de forraje por parte de la alfalfa, la cual por su arquitectura permite una mayor competencia frente a estas.

La fracción de especies espontáneas muestra diferencias significativas entre tratamientos en el período otoñal, a favor de la mezcla DA. Lo anterior coincide con los resultados de producción en kg de MS, donde no solo es mayor a la cantidad del otro tratamiento, sino que también se observa un aumento desde el disponible en el mismo período de evaluación.

4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

Con respecto a la producción animal, se analiza el desempeño de los mismos como producción individual y por área de pastoreo, para cada tratamiento. Como ya fue mencionado, en el primer período se pastorean con 4 y 3 animales la mezcla DA y la de FAcTb respectivamente, mientras que en el segundo período ambas se pastorean con 3 novillos. El peso promedio de los animales al entrar y salir de las diferentes pasturas se observa en el Anexo 62.

4.3.1. Ganancia de peso de los animales

A continuación, se puede observar la ganancia individual de los animales en ambos períodos de evaluación en kg/animal/día, y el forraje ofrecido en kg de MS cada 100 kg de PV (Cuadro 15). El análisis estadístico de la ganancia de peso de los animales se presenta en los Anexos 63 y 64.

Cuadro 15. Ganancia individual (kg/a/d) y oferta de forraje (OF, kg MS/100 kg PV) para ambos períodos en cada tratamiento

Tratamiento	Período 1		Período 2	
	Gan. ind. (kg/a/d)	OF (kg MS/100 kg PV)	Gan. ind. (kg/a/d)	OF (kg MS/100 kg PV)
DA	0,53 A	2,3	0,43 A	3,3
FAcTb	0,38 A	2,0	0,25 A	4,3

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Con respecto a la oferta de forraje, en ambos períodos se encontró por debajo del objetivo de 5-7%. Esto determina que el pastoreo fue más exigente, con una mayor carga a la predicha.

En el período 1 se observa una tendencia en la ganancia individual de los animales, con un p-valor menor a 0,13, a favor de la mezcla DA. Dado que la oferta de forraje en ambas pasturas es similar, esta no explica la diferencia mencionada, sino que la calidad puede estar repercutiendo en los resultados. En el caso de la primera mezcla, como ya fue mencionado, Carámbula (2010a) establece que, la presencia de la alfalfa (leguminosa estival) eleva el valor nutritivo de la mezcla, debido a su alta producción en cantidad y calidad en esta época del año.

Sin embargo, si bien en el segundo período aumenta la oferta, principalmente en la mezcla de FAcTb, las ganancias medias diarias no lo hacen, incluso numéricamente disminuyen. Esto se explica por una mayor cantidad de malezas (en estado reproductivo), una mayor proporción de restos secos, y por la utilización de animales más livianos. Estos últimos, son más exigentes, por lo que aumentan sus costos de selección y se más ven afectados por la calidad de la pastura.

Como fue mencionado en los Cuadros 5 y 6, Capandeguy y Larriera (2013) obtuvieron una oferta de forraje de 2% en ambas mezclas evaluadas, valores similares a los obtenidos en esta evaluación en el primer período. Sin embargo, la ganancia individual alcanzada por estos autores es superior, principalmente en la mezcla DA (0,9 kg/a/día). Cabe resaltar que la composición de la mezcla es la misma, pero la evaluación fue realizada con animales de mayor peso y edad, a diferencia del trabajo de Capandeguy y Larriera (2013), quienes evaluaron vaquillonas y terneros. Esto puede estar afectando la ganancia media diaria debido a los mayores requerimientos metabólicos de mantenimiento, dado su mayor potencial de crecimiento, por lo tanto, su potencial de deposición de músculo es mayor, teniendo que esforzar la deposición de grasa.

Lo mismo sucede con los datos recabados por Rodríguez et al. (2015), donde, si bien la oferta de forraje es similar a los datos obtenidos en otoño de 2021, la ganancia individual de la mezcla de FAcTb fue levemente superior (0,36 kg/a/d). Esto puede nuevamente explicarse por las condiciones climáticas, lo que llevó a la desaparición del trébol blanco en la presente evaluación. A su vez, al comparar estos resultados con los datos obtenidos por Bianchi et al. (2012), se observa que la ganancia es ampliamente superior (Cuadro 5), incluso a menores ofertas, lo cual se relaciona a que esta evaluación se realiza en el segundo año productivo de la pastura.

Gigena y Sanguinetti¹ evaluaron las mismas mezclas en el invierno y primavera anterior. El período de evaluación, sumado a la mayor oferta de forraje y un menor PV

inicial de los animales, llevó a ganancias medias diarias de 0,8 kg/a/d en ambas mezclas. Es por esto que los resultados de la presente evaluación coinciden con lo estudiado por Almada et al. (2007), donde bajas ofertas de forraje resultaban en una mayor utilización, pero poca posibilidad de selección por parte de los animales, comprometiendo los resultados.

4.3.2. Producción de peso vivo

En el Cuadro 16 se presenta la producción de PV en una unidad de área y por animal, tanto en verano, como en otoño.

Cuadro 16. Producción de peso vivo en kg/ha y en kg/animal para ambos períodos de evaluación y en el total del experimento, para los dos tratamientos

Tratamiento	Período 1		Período 2		Total	
	Prod. (kg/ha)	Prod. ind. (kg/a)	Prod. (kg/ha)	Prod. ind. (kg/a)	Prod. (kg/ha)	Prod. ind. (kg/a)
DA	72,9	31,0	37,7	21,3	110,6	52,3
FACtb	35,3	20,0	21,8	12,3	57,1	32,3

Por un lado, la producción por hectárea de la pradera DA es superior a los kg/ha del otro tratamiento, debido a que en verano esta es pastoreada con una mayor carga. Sin embargo, al analizar la ganancia individual, se observa que la diferencia no es tan marcada, pero se mantiene la superioridad numérica para esta mezcla. La mezcla DA, a una misma oferta de forraje, admite una carga y peso vivo mayor y, por tanto, la producción total lo es. De todas maneras, tanto la producción por hectárea, como la individual, obtienen bajos resultados.

Al evaluarlo por períodos, la información es consistente con lo anteriormente evaluado, donde la producción es mayor en verano que en otoño, lo que se traduce en una mayor producción secundaria. De todas maneras, esto no coincide con Hodgson (1984), dado que a una menor oferta de forraje (como la hay en verano) la producción individual debería ser menor.

La oferta promedio de la mezcla de FACtb (3,2%) en la totalidad del período evaluado es muy similar a la obtenida por Rodríguez et al. (2015), como se observa en el Cuadro 5. Sin embargo, la producción por unidad de superficie es numéricamente menor. Ésta es más semejante a la obtenida por Capandeguy y Larriera (2013), pero su oferta es del 2%. Por otro lado, la mayor diferencia se da al comparar los resultados de la pradera de DA, con estos últimos autores (Cuadro 6). Si bien la oferta de forraje promedio es prácticamente la misma (2,8%), estos obtienen 4 veces más kg de PV/ha,

probablemente por una mayor calidad de su pastura.

En cuanto a la eficiencia de utilización, como kg de MS desaparecida en función de los kg de PV producido, se obtuvieron valores promedio de 31,1 y 61,0 kg MS/kg PV en la pastura de DA y en la de FAcTb respectivamente (Cuadro 17).

Cuadro 17. Eficiencia de utilización (kg MS/kg PV producido) para ambos períodos de evaluación de cada tratamiento

Tratamiento	Período 1	Período 2
DA	23,70	38,56
FAcTb	41,31	80,71

Estos resultados son coherentes con la información anteriormente presentada. Se observa una superioridad de la mezcla de DA, y mejores resultados para ambas mezclas en verano que en otoño. Esto podría estar justificado por una menor oferta forrajera durante el verano, y por el desbalance de energía/proteína que ocurre en el otoño, lo cual limita el consumo.

En términos generales, la eficiencia de utilización de ambas pasturas es muy baja, por lo que, si bien se podría pensar que a ofertas del 2% el animal consume la mayor parte de lo que desaparece, esto no se da. Probablemente, mucha cantidad de lo desaparecido se perdió por el proceso de pastoreo. Esto puede estar dado por un menor consumo de los animales debido a los costos de cosecha y al estrés ambiental dadas las condiciones de temperatura y precipitaciones.

Antonaccio et al. (2016) obtuvieron en ambos tratamientos eficiencias de 21 kg MS/kg PV (Cuadros 5 y 6). Si bien la pastura también se encontraba en su primer año productivo, la oferta forrajera era mayor. Esto coincide con Chilibroste et al. (2005), quienes mencionan que una elevada intensidad de pastoreo puede causar un efecto negativo en la productividad de la pastura.

5. CONCLUSIONES

Hubo un efecto del tipo de mezcla DA en los kg de MS/ha disponible y en la altura remanente del período estival, a favor de la misma. Sin embargo, esto no fue consecuencia de una mayor producción de forraje, como era esperable, sino que se explica por la calidad.

El factor climático pudo ser responsable de que no se cumpliera la hipótesis, afectando el crecimiento del dactylis y la alfalfa. Conjuntamente, existió una mayor selectividad por parte de los animales hacia la alfalfa, lo que pudo haber disminuido su producción posterior.

Existió una tendencia (p -valor $< 0,13$) de una mayor ganancia individual a favor del tratamiento DA en el primer período de pastoreo, debido a las diferencias en calidad de las mezclas por la presencia de alfalfa.

A su vez, agronómicamente se obtuvo una mayor producción individual y por hectárea, a favor de la mezcla DA en el total del período evaluado, si bien no existieron diferencias en la oferta de forraje.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de aporte estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras perennes de distinta composición botánica, y su producción primaria y secundaria, en su primer año de vida. Una de ellas está compuesta por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, y la otra por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Cichorium intybus*, sembradas el 24 de mayo de 2020. Los tratamientos fueron pastoreados con 7 y 6 novillos Holando de similar peso inicial, respectivamente, asignados al azar. El período de evaluación fue comprendido entre el 9 de febrero y el 25 de mayo de 2021, en los potreros 32b (latitud: 32°22'29.21''S y longitud: 58° 3'36.34''O) y 35 (latitud: 32°22'24.05''S y longitud: 58° 3'46.75''O) en la UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni"), Paysandú, Uruguay. El diseño experimental fue de bloques completos al azar sobre 8 parcelas de 0,21 ha, siendo cada una cuatro repeticiones de dos tratamientos distintos, es decir, cada una es una unidad experimental asignada al azar. El área total del experimento abarca una superficie de 3,4 ha, y se realizó un pastoreo rotativo, hasta una intensidad de 7 a 10 cm. Se obtuvieron diferencias significativas solamente para la disponibilidad de MS/ha y para la altura del remanente en verano, y dentro de la composición botánica, en la proporción de leguminosas y de otras especies, en el total del período evaluado. La ganancia individual presentó una tendencia en el verano, pero sin diferencias significativas en términos generales. De todas formas, se registran diferencias numéricas en la producción de carne por hectárea e individual a favor de la mezcla DA.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Producción de forraje; Producción animal; Composición botánica.

7. SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the contribution capacity of two perennial pasture mixtures of different botanical composition, during summer autumn seasons. It was also aimed to assess their primary and secondary production in their first year of life. One of the pastures is composed of *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, and the other one of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Cichorium intybus*, both of them planted on the 24th. of May. 2020. Each treatment was grazed with 7 and 6 Holstein steers, respectively, of similar initial weight and randomly assigned. The evaluation period was held between the 9th. of February and the 25th. of May. 2021, in the paddocks 32b (latitude:32°22'29.21''S and longitude: 58° 3'36.34"O) and 35 (latitude: 32°22'24.05"S and longitude: 58° 3'46.75"O) in the UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni"), Paysandú, Uruguay. The experiment consisted of a completely randomized block design, with 8 plots of 0,21 ha, being each one of them four repetitions from two different treatments, that is to say, each plot is an experimental unit randomly assigned. The experiment's surface area is 3,4 ha, and it was harvested in a rotational grazing, with an intensity of 7 to 10 cm. Significance differences were observed only for dry matter allowance per hectare and for stubble height in summer, and for botanical composition, legumes proportions and other species, during the whole evaluation period. Individual weight gain presented a tendency over the summer, but without significant differences in general terms. Nevertheless, numerical differences were detected for meat production per hectare and for individual production, in favour of the DA pasture mix.

Key words: Pasture mixes; Forage production; Animal production; Botanical composition.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abud, M.; Gaudenti, C.; Orticochea, V.; Puig, V. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
2. Agnusdei, M. 2008. Rol de las pasturas en los sistemas ganaderos modernos. (en línea). Producir XXI. 16 (196):26-34. Consultado 02 set. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/95-rol_pasturas.pdf
3. Aldeta, R.; Constantín, F.; Laxalde, J. 2014. Efecto de la fecha de siembra y mezclas forrajeras sobre la producción estivo-otoñal en praderas de cuarto año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 116 p.
4. Almada, S.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitría, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y suplementos sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 90 p.
5. Antonaccio, M.; Mailhos, M.; Zerbino, J. 2016. Producción de forraje y carne de cuatro mezclas forrajeras en su primer verano y su segundo otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 129 p.
6. Astigarraga, L.; González, P. 2012. Productividad de vacas lecheras en pasturas de festuca o de dactylis. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 16 (1):160-165. Consultado 21 jun. 2021. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000100019
7. Ayala, W.; Bermúdez, R.; Carámbula, M. 1996. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. (en línea). In: Jornada Anual de Producción Animal (1996, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. cap. 9, pp. 66-88 (Actividades de Difusión no. 110). Consultado 20 oct. 2021. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/14445040313090449.pdf>
8. _____; Bemhaja, M.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Silva, J.; Cotro, B.; Rossi, C. 2010. Catálogo de cultivares

2010: forrajeras. (en línea) Montevideo, INIA. 131 p. Consultado 03 mar. 2021. Disponible en <http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/18429300810155513.pdf>

9. Barletta, P.; Camarasa, J.; Carta, H.; De Andrés, A.; Méndez, D.; O'gorman, J.M.; Ojuez C.; Pérez, G.; Scheneiter, O.; Varea, I. 2013. Abundancia de trébol rojo y trébol blanco en pasturas del centro y Norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina. (en línea). Revista de Investigaciones Agropecuarias. 39 (1):95-105. Consultado 21 jun. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/864/86426063007.pdf>

10. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984-85. Midlothian, HFRO. pp. 29-30.

11. _____; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. (en línea). EDP Sciences. 19 (6):445-456. Consultado 05 jul. 2021. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00885943/document>

12. Basigalup, H. 2007. El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Buenos Aires, INTA. 477 p.

13. Beretta, V.; Simeone, A.; Bentancur, O.; Invernizzi, G.; Puig, C.; Viroga, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo de ocupación de la parcela sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. (en línea). In: Reunión de ALPA (20^{a.}, 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, ALPA. pp. 1-4. Consultado 04 set. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta_ocupacion.pdf

14. _____; _____. 2008. Producción de carne a pasto: asignación de forraje, respuesta animal y utilización del forraje. (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^{a.}, 2008, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 20-23. Consultado 12 ago. 2021. Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>

15. Berretta, E. J. 1996. Campo natural: valor nutritivo y manejo. In: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas.

Montevideo, INIA. pp. 113-127 (Serie Técnica no. 80).

16. _____. 1998. Principales características climáticas y edáficas de la región de basalto en Uruguay. *In*: Seminario de Actualización de Tecnologías en Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-10 (Actividades de Difusión no. 102). Consultado 04 set. 2021. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630011107100024.pdf>
17. Bianchi, S.; Díaz, A.; Musacco, M. 2012. Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. 117 p.
18. Briske, D. 1986. Plant response to defoliation: morphological considerations and allocation priorities. *In*: Joss, P.; Lynch, P.; Williams, O. eds. Rangelands: a resource under siege. Adelaide, Cambridge University. pp. 425-427.
19. _____.; Richards, J. 1995. Plant responses to defoliation: a physiological, morphological, and demographic evaluation. (en línea). *In*: Bedunah, D.; Sosebee, R. eds. Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology. Denver, Society of Range Management. pp. 635-710. Consultado 23 jun. 2021. Disponible en <https://agrifecdn.tamu.edu/briske/files/2014/03/Briske-Richards-SRM-CHAPTER95.pdf>
20. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
21. Burns, J. C.; Sollenberger, L. E. 2002. Grazing behaviour of ruminants and daily performance from warm-season grasses. (en línea). Crop Science. 42:873-881. Consultado 05 ago. 2021. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.574.494&rep=rep1&type=pdf>
22. Campbell, A. G. 1966. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 67:199-210.
23. Cangiano, C. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de

- cosecha. (en línea). *In*: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. pp. 49-56. Consultado 30 may. 2021. Disponible en https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/cangiano_1996_48_56.pdf
24. Capandeguy, J.; Larriera, M. 2013. Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. 115 p.
25. Carámbula, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. (en línea). Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19). Consultado 20 may. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2921/1/111219220807114541.pdf>
26. _____. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
27. _____. 2010b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
28. _____. 2010c. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
29. Carbajal, J. A. 1994. Establishment and grazing management of “Grassland Puna” chicory (*Cichorium intybus* L.). (en línea). Thesis Master of Agricultural Science. Lincoln, New Zealand. Lincoln University. 96 p. Consultado 11 mar. 2021. Disponible en http://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/handle/10182/3430/arias_carbajal_magsci.pdf?sequence=3&isAllowed=y
30. Chalkling, D. 2004. Producción de carne bovina: engorde intensivo (engorde a corral - feedlot). (en línea). *In*: Expo Prado (99^a., 2004, Montevideo). Producción de carne bovina. s.n.t. s.p. Consultado 12 ago. 2021. Disponible en <http://www.inia.org.uy/prado/2004/engorde%20a%20corral.htm>
31. Chilibroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. (en línea). *In*: Jornadas de Buiatría (30^{as}., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 90-96. Consultado 16 jun. 2021. Disponible en <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/465/JB2>

[002_90-96.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

32. _____.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. (en línea). Cangüé. no. 27:15-17. Consultado 28 may. 2021. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue_27/15-17.pdf
33. _____.; Bruni, M.; Favre, E.; Mattiauda, D.; Soca, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMAC. (en línea). Cangüé. no. 30:36-44. Consultado 12 may. 2021. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue_30/36-44.pdf
34. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. (en línea). INTA. Boletín Técnico no. 148. 21 p. Consultado 24 jun. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/01-proceso_crecimiento.pdf
35. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). Agromercado. 228:1-3 p. Consultado 20 may. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.pdf
36. Dalley, D.; Moate, P.; Roche, J.; Grainger, C. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different herbage allowances in spring. (en línea). Animal Production Science. 39 (8):923-931. Consultado 07 ago. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262956973_Dry_matter_intake_nutrient_selection_and_milk_production_of_dairy_cows_grazing_rainfed_perennial_pastures_at_different_herbage_allowances_in_spring
37. Ditsch, D.; Sears, B. 2007. Chicory: an alternative livestock forage. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 11 mar. 2021. Disponible en <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr190/agr190.pdf>
38. Donzelli, M. 2013. Relación entre el consumo de materia seca y la altura del forraje en vacas de cría. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 2 p. Consultado 02 set. 2021. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/173-altura_pastura.pdf

39. Fariña, M.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 82 p.
40. _____; Tuñón, G.; Pla, M.; Martínez, R. 2017. Sistema de pastoreo La Estanzuela. Guía práctica para la implementación de un sistema de pastoreo. Montevideo, INIA. 24 p. (Boletín de Divulgación no. 115).
41. Fernández, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. (en línea). Revista Plan Agropecuario. no. 85:6-9. Consultado 15 abr. 2021. Disponible en [http://www.tierrasycampos.com/files/IMPACTO ECONOMICO DE%20PRACTICAS DE MANEJO EN INVERNADA INTENSIVA.pdf](http://www.tierrasycampos.com/files/IMPACTO_ECONOMICO_DE%20PRACTICAS_DE_MANEJO_EN_INVERNADA_INTENSIVA.pdf)
42. Fodere, C. G.; Negrette, B. 2000. Evaluación agronómica de achicoria INIA LE Lacerta en diferentes mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
43. Foglino, F.; Fernández, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 87 p.
44. Formoso, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-20 (Serie Técnica no. 80).
45. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
46. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
47. _____. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad de forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon Dactylon*, (L) PERS.): efectos de la frecuencia de defoliación sobre la producción de forraje y raíces en especies forrajeras. (en línea). Montevideo, INIA. 291 p. (Serie Técnica no. 188). Consultado 22 ene. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429120411183504.pdf>

48. Fortes, D.; Herrera, R.; González, S. 2004. Estrategias para la resistencia de las plantas a la defoliación. (en línea). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 38 (2):111-119. Consultado 24 may. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017901001.pdf>
49. Gallarino, H. 2010. Intensidad y frecuencia de defoliación de una pastura. (en línea). Agromercado. no. 155:8-9. Consultado 21 may. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/158-defolicacion_8.pdf
50. Galli, J. 2006. Empaste o meteorismo espumoso en bovinos. (en línea). Agromensajes. no. 18:6-7. Consultado 13 may. 2021. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/61695496.pdf>
51. Ganzábal, A. 1997. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. Montevideo, INIA. 44 p. (Serie Técnica no. 84).
52. García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
53. _____. 1992. Persistencia de leguminosas. (en línea). Revista INIA. Investigaciones Agronómicas. 2(1):143-156. Consultado 23 may. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8843/1/15630031207140751.pdf>
54. _____. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERÓN. Montevideo, INIA. 10 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
55. _____. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
56. _____. 1995c. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 13 p. (Serie Técnica no. 70).
57. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
58. Garduño, V.; Pérez, J.; Hernández, A.; Herrera, J.; Martínez, P.; Torres, J. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. (en línea). Técnica Pecuaria en México. 47 (2):189-202. Consultado 09 abr. 2021.

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61312116007>

59. Gastal, F.; Lemaire, G. 2015. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. (en línea). Agriculture. 5(4):1146-1171. Consultado 04 may. 2021. Disponible en <https://www.mdpi.com/2077-0472/5/4/1146/html>
60. Gutiérrez, F.; Calistro, E. 2013. *Festuca arundinacea* INIA Aurora e INIA Fortuna, nuevos cultivares para aumentar la estabilidad de las pasturas perennes. (en línea). Revista El Tambo. no. 193:70-74. Consultado 05 abr. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/971/1/112761060613150330.pdf>
61. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. (en línea). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15 (76):663-670. Consultado 05 set. 2021. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000138.pdf>
62. Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. (en línea). Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44:99-104. Consultado 03 ago. 2021. Disponible en <http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1984/ab84025.pdf>
63. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2014. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). Montevideo. 113 p. Consultado 04 mar. 2021. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2013/PubForrajerasPeriodo2013.pdf
64. _____. 2018. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). Montevideo. 96 p. Consultado 05 mar. 2021. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2017/PubForrajerasPeriodo2017.pdf
65. _____. 2020. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). Montevideo. 109 p. Consultado 05 mar. 2021. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2020/PubForrajerasPeriodo2020.pdf

66. INUMET (Instituto Nacional de Meteorología, UY). 2018. Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 set. 2021. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
67. Langer, R. H. M.; Keoghan, M. 1970. Growth of lucerne following defoliation. (en línea). Proceedings of New Zeland Grassland Association. 32:98-107. Consultado 23 mar. 2021. Disponible en https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_1625.pdf
68. _____. 1981a. Alfalfa. *In*: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 417-437.
69. _____. 1981b. Especies y variedades de gramíneas. *In*: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 74-96.
70. Leborgne, R. 1995. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 54 p.
71. _____. 2008. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 3ª. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 53 p.
72. Lee, J. M.; Donaghy, D. J.; Roche, J. R. 2008. Effect of Defoliation Severity on Regrowth and Nutritive Value of Perennial Ryegrass Dominant Swards. (en línea). Agronomy Journal. 100:308-314. Consultado 23 jun. 2021. Disponible en <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300876769>
73. López, R.; Olivera, B. 2017. Productividad invierno-primaveral de praderas mezcla con *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y *Dactylis glomerata* con *Medicago sativa* en su cuarto año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 125 p.
74. Maciel, P.; Tucci, A. 2015. Evaluación de la producción de forraje de tres mezclas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 88 p.
75. Méndez, D. G.; Barraco, M.; Berone, G. 2017. Fertilización nitrogenada de pasturas de festuca y agropiro. (en línea). Buenos Aires, INTA. Cuenca

del Salado. s.p. Consultado 22 ene. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mt2016_mendez_fertilizacion_pasturas.pdf

76. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
77. Mohr, G. 2018. Producción y calidad de una pradera de achicoria-plantago versus una pradera polifítica permanente, bajo pastoreo ovino, en otoño-invierno de su segunda temporada. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 25 p.
78. Moliterno, E. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 6 (1):40-52. Consultado 21 may. 2021. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/556/465>
79. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
80. Morón, A. 2000. Fertilidad de suelos y estado nutricional. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 37-52 (Boletín de Divulgación no. 69).
81. Muslera, P.; Ratera, C. 1991. Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento. (en línea). Madrid, Mundi-Prensa. 674 p. Consultado 1 jun. 2021. Disponible en https://biblioteca.unirioja.es/biba/mas_info.php?-titn=94467
82. Nabinger, C. 1996. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *In*: Peixoto, A.; Moura, J.; Faria, V. eds. Fundamentos do pastoreio rotacionado. Piracicaba, FEALQ. pp. 213-251.
83. Noëll, S. 1998. Estabilidad productiva de las pasturas cultivadas. (en línea). Cangüé. no. 12:13-18. Consultado 12 may. 2021. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangué/joomdocs/Cangué_12/13-18.pdf
84. Olmos, F. 2004. Impacto del estrés hídrico en plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Montevideo, INIA. pp. 10-22 (Actividades de Difusión no. 364).

85. Otondo, J.; Cicchino, M.; Calvetti, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). Buenos Aires, INTA. Cuenca del Salado. s.p. Consultado 20 may. 2021. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-alfalfa.pdf>
86. Oyhamburu, E. M.; Vecchio, M. C.; Heguy, B.; Lissarrague, M. I.; Bolaños, V. A.; Fernández, F.; Delgado, J. 2018. Curso de forrajicultura y práticamente. La Plata, Argentina, Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. t. 2, s.p.
87. Parsons, A.; Harvey, A.; Woledge, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. I. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. (en línea). Journal of Applied Ecology. 28 (2):619-634. Consultado 16 abr. 2021. Disponible en https://www.jstor.org/stable/2404573?read-now=1&seq=3#page_scan_tab_contents
88. Piña, M.; Olivares, A. 2012. Oferta y disponibilidad de forraje como factores en la selectividad y consumo de la pradera. (en línea). Universidad de Chile. Circular de Extensión. no. 37:16-23. Consultado 02 set. 2021. Disponible en https://www.uchile.cl/documentos/oferta-y-disponibilidad-de-forraje-como-factores-en-la-selectividad-y-consumo-de-la-pradera_58311_25.pdf
89. Procampo Uruguay. s.f. Achicoria endure. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 01 jun. 2021. Disponible en <https://www.procampouruguay.com/productos/achicoria-endure>
90. Quinodoz, J. 2004. Criterios para la presupuestación del pasto. (en línea). Producir XXI. 12 (147):16-20. Consultado 20 ene. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/15-manejar_recurso_mas_barato.pdf
91. _____. 2012. Utilización de pasturas: desmitificando la eficiencia de cosecha. (en línea). Producir XXI. 20 (249):34-41. Consultado 04 set. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/156-eficiencia.pdf
92. Rebuffo, M. 2000. Adopción de variedades en Uruguay. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 5-16 (Boletín de Divulgación no. 69).

93. Rodríguez, S.; Taque, L.; Vivanco, J. 2015. Producción de forraje y de carne en tres tipos de mezclas forrajeras de primer año en el período estivo-otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
94. Rosengurtt, B. 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
95. Rossi, C.; Casco, N.; Gutiérrez, F. 2012. Inclusión de endófitos benéficos en nuevos cultivares de festuca INIA Fortuna e INIA Aurora. (en línea). In: Día de Campo de Pasturas de INIA La Estanzuela (2012, Colonia). Gira Pasturas 2012, zona litoral Sur. Montevideo, INIA. pp. 19-22 (Actividades de Difusión no. 696). Consultado 15 feb. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/664/1/112761161012101650.pdf>
96. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo del rodeo de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 70 p.
97. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2012. Oferta de forraje, producción y composición de una pastura de *Lolium perenne*. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 16 (1):150-159. Consultado 20 ene. 2022. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000100018
98. _____; Cechini, A.; Bentancur, O. 2013. Variables morfológicas y estructurales de cinco cultivares de *Lolium sp.* (en línea). Agrociencia (Uruguay). 17 (2):110-120. Consultado 20 ene. 2022. Disponible en <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v17n2/v17n2a12.pdf>
99. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2:16-21.
100. Scheneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. (en línea). In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p. Consultado 1 jun. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/33-mezclas_forrajeras_perennes_templadas.pdf

101. Scherger, E.; Jaureguizar, M. 2015. Producción de forraje y calidad de diferentes especies de cebadilla y festuca asociadas con alfalfa. Tesis Ing. Agr. Santa Rosa, Argentina. Universidad Nacional de La Pampa. 53 p.
102. Scott, J. 2009. Grazing management. (en línea). In: Doyle, E. ed. Sheep production. Armidale, New South Wales, University of New England. cap. 16, p. irr. Consultado 02 set. 2021. Disponible en <https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/Wool-412-512-08-T-16.pdf>
103. Smetham, M. 1981a. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 97-147.
104. _____. 1981b. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 211-270.
105. Tarazona, A.; Ceballos, M.; Naranjo, J.; Cuartas, C. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. (en línea). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 25 (3):473-487. Consultado 10 ago. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/160-comportamiento.pdf
106. Tongway, D. J.; Sparrow, A. D.; Friedel, M. H. 2003. Degradation and recovery processes in arid grazing lands of central Australia. Part 1: soil and land resources. (en línea). Journal of Arid Environments. 55:301-326. Consultado 09 ago. 2021. Disponible en http://the-eis.com/elibrary/sites/default/files/downloads/literature/Degradation%20and%20recovery%20processes%20in%20arid%20grazing%20lands%20of%20central%20Australia_2003.pdf
107. Tothill, J.; Hargreaves J.; Jones, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. Tropical Agronomy Technical Memorandum no. 8. s.p.
108. Trujillo, A.; Uriarte, G. 2011. Valor nutritivo de las pasturas. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 19 p.
109. Vallejo, A.; Zapata, F. 2019. Azul Ochoro: *Dactylis glomerata* L. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. s.p.

110. Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. (en línea). 2nd. ed. Ithaca, Cornell University. 488 p. Consultado 03 set. 2021. Disponible en <https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=-mwUu6PL1UgC&oi=fnd&pg=PP13&dq=Van+Soest,+P#v=onepage&q=Van%20Soest%2C%20P&f=false>
111. Velasco, M. E.; Hernández, A.; González, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. (en línea). Técnica Pecuaria de México. 43(2):247-258. Consultado 21 jun. 2021. Disponible en <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1375/1370>
112. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. (en línea). Journal of Dairy Science. 69:617-631. Consultado 27 may. 2021. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(86\)80446-5/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(86)80446-5/pdf)
113. White, J. 1981. Establecimiento de la pastura. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 151-183.
114. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. (en línea). Cangüé. no. 15:13-17. Consultado 14 abr. 2021. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangué/joomdocs/Cangué_15/13-17.pdf
115. _____; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul, Grupo Campos (21^a., 2006, Pelotas). Trabalhos apresentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
116. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 14(3):26-30. Consultado 20 ene. 2022. Disponible en <http://agrocienciauruguay.uy/ojs/index.php/agrociencia/article/view/697/726>
117. _____. 2014. Productividad de pasturas sembradas pastoreadas con novillos Holando. (en línea). In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (42^{as}., 2014, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, CMVP. pp. 70-76.
118. _____.; García Favre, J.; Cadenazzi, M.; Nabinger, C.; Boggiano, P. 2018.

Dynamics of temporary space production of two pastures planted with perennial species. *Latin American Archives of Animal Production*. 26(3-4):97-110.

9. ANEXOS

Anexo 1. Balance hídrico del período de evaluación estivo-otoñal del año de evaluación (2021)

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T. media	24,8	23,1	21,3	19,5	13,2	11
Precipitaciones	117	38	121	234	63	92
ETP	166,9	124,4	94,0	83,7	64,9	38,8
P. - ETP	-49,9	-86,4	27,0	150,3	-1,9	53,3
Alm.	0	0	27,0	100	98,1	100
Var. alm.	0	0	27,0	73,0	-1,9	1,9
ETR	117	38	94,0	83,7	64,9	38,8
Déficit (mm)	49,9	86,4	0	0	0	0
Exceso (mm)	0	0	0	77,3	0	51,3

Anexo 2. Resumen sobre el análisis estadístico de todas las variables estudiadas

Variable	Período 1			Período 2			Total		
	Dif. sign.	Media	Desvío están.	Dif. sign.	Media	Desvío están.	Dif. sign.	Media	Desvío están.
Disp. (kg/ha)	Si			No	1320,9	430,1	No	1191,6	277,6
Disp. en altura (cm)	No	16,3	7,2	No	17,3	3,6	No	16,8	3,6
Rem. (kg/ha)	Ten.			No	639,1	193,6	No	512,1	121,8
Rem. en altura (cm)	Si			No	7,7	2,8	No	6,5	1,3
Desap. (kg/ha)	No	677,2	249,5	No	681,8	328,5	No	1358,6	495,2
Porcentaje de utilización	No	63,1	12,4	No	49,3	14,1	Ten.		
Tasa de crecimiento (kg/ha/día)	Ten.			No	21,5	12,2	No	16,3	6,6
Crec. ajus. (kg/ha)	Ten.			No	1284,1	684,3	No	2047,4	776,7
Crec. en altura (cm)	No	11,5	6,8	No	12,1	4,5	No	23,4	6,0

Anexo 3. Análisis de la varianza del forraje disponible en kg MS/ha para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Disp. kg/ha	8	0,89	0,75	14,85

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	626254,87	4	156563,72	6,29	0,0814
Bloque	386130,37	3	128710,12	5,17	0,1052
Mezcla	240124,50	1	240124,50	9,65	0,0530
Error	74673,83	3	24891,28		
Total	700928,70	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=262,54127

Error: 24891,2767 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 1235,50 4 78,88 A

FAcTb 889,00 4 78,88 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 4. Análisis de la varianza del forraje disponible en kg MS/ha para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Disp. kg/ha	8	0,60	0,08	31,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	783356,20	4	195839,05	1,15	0,4737
Mezcla	113311,80	1	113311,80	0,66	0,4747
Bloque	670044,39	3	223348,13	1,31	0,4149
Error	511653,40	3	170551,13		
Total	1295009,60	7			

Anexo 5. Análisis de la varianza del forraje disponible en kg MS/ha para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Disp. kg/ha	8	0,57	0,00	23,35

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	307096,66	4	76774,17	0,99	0,5239
Mezcla	5883,96	1	5883,96	0,08	0,8007
Bloque	301212,71	3	100404,24	1,30	0,4179
Error	232255,02	3	77418,34		
Total	539351,68	7			

Anexo 6. Análisis de la varianza del forraje remanente en kg MS/ha para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Remanente kg/ha	8	0,64	0,15	38,00

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	113046,15	4	28261,54	1,32	0,4266
Bloque	5954,23	3	1984,74	0,09	0,9591
Mezcla	107091,92	1	107091,92	5,00	0,1113
Error	64220,53	3	21406,84		
Total	177266,68	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=243,47273

Error: 21406,8433 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 500,75 4 73,16 A

FAcTb 269,35 4 73,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 7. Análisis de la varianza del forraje remanente en kg MS/ha para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Remanente kg/ha	8	0,76	0,44	22,59

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	199719,50	4	49929,87	2,40	0,2494
Mezcla	23501,12	1	23501,12	1,13	0,3662
Bloque	176218,38	3	58739,46	2,82	0,2087
Error	62528,36	3	20842,79		
Total	262247,86	7			

Anexo 8. Análisis de la varianza del forraje remanente en kg MS/ha para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Remanente kg/ha	8	0,39	0,00	28,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40882,87	4	10220,72	0,49	0,7506
Mezcla	7564,19	1	7564,19	0,36	0,5904
Bloque	33318,68	3	11106,23	0,53	0,6925
Error	62882,36	3	20960,79		
Total	103765,23	7			

Anexo 9. Análisis de la varianza del forraje desaparecido en kg MS/ha para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Desaparecido kg/ha	8	0,93	0,83	14,97

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	404812,29	4	101203,07	9,84	0,0451
Bloque	378316,27	3	126105,42	12,27	0,0343
Mezcla	26496,02	1	26496,02	2,58	0,2068
Error	30844,65	3	10281,55		
Total	435656,94	7			

Anexo 10. Análisis de la varianza del forraje desaparecido en kg MS/ha para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Desaparecido kg/ha	8	0,70	0,31	40,03

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	532092,29	4	133023,07	1,79	0,3307
Mezcla	33592,32	1	33592,32	0,45	0,5499
Bloque	498499,97	3	166166,66	2,23	0,2634
Error	223425,71	3	74475,24		
Total	755518,00	7			

Anexo 11. Análisis de la varianza del forraje desaparecido en kg MS/ha para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Desaparecido kg/ha	8	0,85	0,66	21,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1465957,25	4	366489,31	4,38	0,1273
Mezcla	420,50	1	420,50	0,01	0,9479
Bloque	1465536,75	3	488512,25	5,84	0,0905
Error	250735,03	3	83578,34		
Total	1716692,28	7			

Anexo 12. Análisis de la varianza del porcentaje de utilización para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Porcentaje de utilización	8	0,68	0,25	16,95

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	723,50	4	180,88	1,58	0,3683
Bloque	513,38	3	171,13	1,50	0,3745
Mezcla	210,13	1	210,13	1,84	0,2684
Error	343,38	3	114,46		
Total	1066,88	7			

Anexo 13. Análisis de la varianza del porcentaje de utilización para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Porcentaje de utilización	8	0,81	0,55	19,35

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1125,00	4	281,25	3,10	0,1901
Mezcla	4,50	1	4,50	0,05	0,8382
Bloque	1120,50	3	373,50	4,11	0,1379
Error	272,50	3	90,83		
Total	1397,50	7			

Anexo 14. Análisis de la varianza del porcentaje de utilización para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Porcentaje de utilización	8	0,95	0,88	6,68

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	800,75	4	200,19	14,16	0,0274
Mezcla	67,86	1	67,86	4,80	0,1162
Bloque	732,88	3	244,29	17,28	0,0214
Error	42,42	3	14,14		
Total	843,17	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=6,25775

Error: 14,1412 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

FAcTb 59,20 4 1,88 A

DA 53,38 4 1,88 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 15. Análisis de la varianza de la altura del forraje disponible (cm) para el período 1

Variable N R² R² aj. CV
Altura disp. 8 0,81 0,55 29,58

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	289,57	4	72,39	3,12	0,1882
Bloque	201,13	3	67,04	2,89	0,2031
Mezcla	88,45	1	88,45	3,82	0,1457
Error	69,51	3	23,17		
Total	359,08	7			

Anexo 16. Análisis de la varianza de la altura del forraje disponible (cm) para el período 2

Variable N R² R² aj. CV
Altura disp. 8 0,73 0,37 16,57

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	66,07	4	16,52	2,01	0,2968
Mezcla	0,78	1	0,78	0,09	0,7781
Bloque	65,28	3	21,76	2,64	0,2228
Error	24,68	3	8,23		
Total	90,75	7			

Anexo 17. Análisis de la varianza de la altura del forraje disponible (cm) para el total del período evaluado

Variable N R² R² aj. CV
Altura disp. 8 0,61 0,10 20,25

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,38	4	13,84	1,20	0,4596
Mezcla	26,65	1	26,65	2,30	0,2264
Bloque	28,73	3	9,58	0,83	0,5599
Error	34,71	3	11,57		
Total	90,08	7			

Anexo 18. Análisis de la varianza de la altura del forraje remanente (cm) para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Alt. rem.	8	0,79	0,51	25,10

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,66	4	4,91	2,84	0,2085
Bloque	9,75	3	3,25	1,88	0,3083
Mezcla	9,90	1	9,90	5,73	0,0964
Error	5,18	3	1,73		
Total	24,84	7			

Anexo 19. Análisis de la varianza de la altura del forraje remanente (cm) para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Alt. rem.	8	0,92	0,82	15,10

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,23	4	12,31	9,16	0,0497
Mezcla	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	49,23	3	16,41	12,21	0,0345
Error	4,03	3	1,34		
Total	53,26	7			

Anexo 20. Análisis de la varianza de la altura del forraje remanente (cm) para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Alt. rem.	8	0,70	0,30	16,78

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,32	4	2,08	1,75	0,3360
Mezcla	2,53	1	2,53	2,14	0,2400
Bloque	5,78	3	1,93	1,63	0,3494
Error	3,55	3	1,18		
Total	11,87	7			

Anexo 21. Análisis de la varianza de la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Tasa de crec.	8	0,82	0,59	31,72

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	171,17	4	42,79	3,48	0,1666
Bloque	108,45	3	36,15	2,94	0,1995
Mezcla	62,72	1	62,72	5,11	0,1090
Error	36,85	3	12,28		
Total	208,02	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,83220

Error: 12,2833 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 13,85 4 1,75 A

FAcTb 8,25 4 1,75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 22. Análisis de la varianza de la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Tasa de crec.	8	0,81	0,55	38,10

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	847,54	4	211,88	3,17	0,1853
Mezcla	168,36	1	168,36	2,52	0,2107
Bloque	679,17	3	226,39	3,39	0,1716
Error	200,58	3	66,86		
Total	1048,12	7			

Anexo 23. Análisis de la varianza de la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Tasa de crec.	8	0,69	0,27	35,01

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	211,73	4	52,93	1,63	0,3582
Mezcla	6,30	1	6,30	0,19	0,6892
Bloque	205,42	3	68,47	2,11	0,2775
Error	97,27	3	32,42		
Total	309,00	7			

Anexo 24. Análisis de la varianza de la producción de forraje (kg MS/ha) para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Crec. ajustado	8	0,83	0,59	32,35

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	865721,50	4	216430,38	3,55	0,1631
Bloque	560350,38	3	186783,46	3,06	0,1912
Mezcla	305371,13	1	305371,13	5,01	0,1112
Error	182940,38	3	60980,13		
Total	1048661,88	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=410,93029

Error: 60980,1250 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 958,75 4 123,47 A

FACtb 568,00 4 123,47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 25. Análisis de la varianza de la producción de forraje (kg MS/ha) para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Crec. ajustado	8	0,78	0,48	38,52

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2544199,50	4	636049,88	2,60	0,2293
Mezcla	543403,13	1	543403,13	2,22	0,2329
Bloque	2000796,38	3	666932,13	2,73	0,2160
Error	733921,38	3	244640,46		
Total	3278120,88	7			

Anexo 26. Análisis de la varianza de la producción de forraje (kg MS/ha) para el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Crec. ajustado	8	0,64	0,15	34,99

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2682595,50	4	670648,88	1,31	0,4301
Mezcla	33930,13	1	33930,13	0,07	0,8137
Bloque	2648665,38	3	882888,46	1,72	0,3335
Error	1539856,38	3	513285,46		
Total	4222451,88	7			

Anexo 27. Análisis de la varianza del crecimiento en altura (cm) para el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Crec. altura	8	0,79	0,52	41,09

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	259,00	4	64,75	2,90	0,2042
Bloque	187,00	3	62,33	2,79	0,2108
Mezcla	72,00	1	72,00	3,22	0,1704
Error	67,00	3	22,33		
Total	326,00	7			

Anexo 28. Análisis de la varianza del crecimiento en altura (cm) para el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Crec. altura	8	0,91	0,78	17,41

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	129,50	4	32,38	7,26	0,0676
Mezcla	6,13	1	6,13	1,37	0,3258
Bloque	123,38	3	41,13	9,22	0,0504
Error	13,38	3	4,46		
Total	142,88	7			

Anexo 29. Análisis de la varianza del crecimiento en altura (cm) para el total del período

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Crec. altura	8	0,56	0,00	26,18

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	141,50	4	35,38	0,94	0,5407
Mezcla	36,13	1	36,13	0,96	0,3985
Bloque	105,38	3	35,13	0,94	0,5205
Error	112,38	3	37,46		
Total	253,88	7			

Anexo 30. Análisis de la varianza de la proporción de restos secos (%) en el disponible en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Restos secos disp.	8	0,66	0,20	29,63

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,50	4	6,38	1,43	0,4004
Bloque	22,38	3	7,46	1,67	0,3414
Mezcla	3,13	1	3,13	0,70	0,4639
Error	13,38	3	4,46		
Total	38,88	7			

Anexo 31. Análisis de la varianza de la proporción de restos secos (%) en el disponible en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Restos secos disp.	8	0,99	0,97	4,35

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,50	4	7,63	61,00	0,0033
Bloque	30,38	3	10,13	81,00	0,0023
Mezcla	0,13	1	0,13	1,00	0,3910
Error	0,38	3	0,13		
Total	30,88	7			

Anexo 32. Análisis de la varianza de la proporción de restos secos (%) en el disponible en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Restos secos disp.	8	0,85	0,65	15,33

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,50	4	6,13	4,20	0,1340
Bloque	23,38	3	7,79	5,34	0,1011
Mezcla	1,13	1	1,13	0,77	0,4444
Error	4,38	3	1,46		
Total	28,88	7			

Anexo 33. Análisis de la varianza de la proporción de gramíneas (%) en el disponible en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Gram. disp. %	8	0,31	0,00	115,34

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38,50	4	9,63	0,34	0,8389
Bloque	37,38	3	12,46	0,44	0,7424
Mezcla	1,13	1	1,13	0,04	0,8551
Error	85,38	3	28,46		
Total	123,88	7			

Anexo 34. Análisis de la varianza de la proporción de gramíneas (%) en el disponible en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Gram. disp. %	8	0,46	0,00	58,13

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	156,50	4	39,13	0,65	0,6666
Bloque	156,38	3	52,13	0,86	0,5471
Mezcla	0,13	1	0,13	2,1E-03	0,9666
Error	181,38	3	60,46		
Total	337,88	7			

Anexo 35. Análisis de la varianza de la proporción de gramíneas (%) en el disponible en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Gram. semb. %	8	0,50	0,00	61,70

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91,50	4	22,88	0,74	0,6223
Bloque	91,00	3	30,33	0,98	0,5052
Mezcla	0,50	1	0,50	0,02	0,9067
Error	92,50	3	30,83		
Total	184,00	7			

Anexo 36. Análisis de la varianza de la proporción de leguminosas (%) en el disponible en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Leg. disp. %	8	1,00	0,99	11,21

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7709,50	4	1927,38	152,16	0,0009
Bloque	21,50	3	7,17	0,57	0,6743
Mezcla	7688,00	1	7688,00	606,95	0,0001
Error	38,00	3	12,67		
Total	7747,50	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,92250

Error: 12,6667 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 62,75 4 1,78 A

FAcTb 0,75 4 1,78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 37. Análisis de la varianza de la proporción de leguminosas (%) en el disponible en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Leg. disp. %	8	0,98	0,95	23,38

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5663,50	4	1415,88	33,35	0,0080
Bloque	307,38	3	102,46	2,41	0,2442
Mezcla	5356,13	1	5356,13	126,15	0,0015
Error	127,38	3	42,46		
Total	5790,88	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,84315

Error: 42,4583 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 53,75 4 3,26 A

FAcTb 2,00 4 3,26 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 38. Análisis de la varianza de la proporción de leguminosas (%) en el disponible en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Leg. disp. %	8	0,99	0,98	14,51

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6546,50	4	1636,63	87,09	0,0020
Bloque	105,38	3	35,13	1,87	0,3101
Mezcla	6441,13	1	6441,13	342,76	0,0003
Error	56,38	3	18,79		
Total	6602,88	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=7,21368

Error: 18,7917 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 58,25 4 2,17 A

FAcTb 1,50 4 2,17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 39. Análisis de la varianza de la proporción de malezas (%) en el disponible en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Malezas disp.%	8	0,75	0,41	22,89

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	436,50	4	109,13	2,22	0,2690
Bloque	246,38	3	82,13	1,67	0,3416
Mezcla	190,13	1	190,13	3,87	0,1438
Error	147,38	3	49,13		
Total	583,88	7			

Anexo 40. Análisis de la varianza de la proporción de malezas (%) en el disponible en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Malezas disp. %	8	0,62	0,12	28,39

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	280,50	4	70,13	1,23	0,4510
Bloque	277,38	3	92,46	1,62	0,3510
Mezcla	3,13	1	3,13	0,05	0,8301
Error	171,38	3	57,13		
Total	451,88	7			

Anexo 41. Análisis de la varianza de la proporción de malezas (%) en el disponible en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Malezas disp. %	8	0,68	0,26	23,55

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	291,50	4	72,88	1,60	0,3638
Bloque	255,38	3	85,13	1,87	0,3096
Mezcla	36,13	1	36,13	0,79	0,4384
Error	136,38	3	45,46		
Total	427,88	7			

Anexo 42. Análisis de la varianza de la proporción de otras especies (%) en el disponible en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Otros disp. %	8	0,67	0,24	69,10

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,50	4	12,63	1,55	0,3737
Bloque	47,38	3	15,79	1,94	0,2995
Mezcla	3,13	1	3,13	0,38	0,5791
Error	24,38	3	8,13		
Total	74,88	7			

Anexo 43. Análisis de la varianza de la proporción de otras especies (%) en el disponible en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Otros disp. %	8	0,42	0,00	241,31

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,50	4	2,38	0,53	0,7256
Bloque	8,38	3	2,79	0,63	0,6450
Mezcla	1,13	1	1,13	0,25	0,6500
Error	13,38	3	4,46		
Total	22,88	7			

Anexo 44. Análisis de la varianza de la proporción de otras especies (%) en el disponible en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Otros %	8	0,41	0,00	83,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,00	4	2,25	0,52	0,7330
Bloque	7,00	3	2,33	0,54	0,6881
Mezcla	2,00	1	2,00	0,46	0,5456
Error	13,00	3	4,33		
Total	22,00	7			

Anexo 45. Análisis de la varianza de la proporción de restos secos (%) en el remanente en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
R. secos rem. %	8	0,94	0,85	15,31

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	178,78	4	44,70	11,04	0,0386
Bloque	178,62	3	59,54	14,71	0,0267
Mezcla	0,16	1	0,16	0,04	0,8553
Error	12,14	3	4,05		
Total	190,93	7			

Anexo 46. Análisis de la varianza de la proporción de restos secos (%) en el remanente en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
R. secos rem. %	8	0,65	0,18	11,68

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,50	4	7,13	1,39	0,4096
Bloque	28,38	3	9,46	1,85	0,3137
Mezcla	0,12	1	0,12	0,02	0,8858
Error	15,38	3	5,13		
Total	43,88	7			

Anexo 47. Análisis de la varianza de la proporción de restos secos (%) en el remanente en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
R. secos rem. %	8	0,83	0,60	14,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	79,50	4	19,88	3,64	0,1584
Bloque	79,38	3	26,46	4,85	0,1137
Mezcla	0,13	1	0,13	0,02	0,8893
Error	16,38	3	5,46		
Total	95,88	7			

Anexo 48. Análisis de la varianza de la proporción de gramíneas (%) en el remanente en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Gram. rem. %	8	0,54	0,00	224,07

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	614,76	4	153,69	0,87	0,5675
Bloque	451,77	3	150,59	0,86	0,5495
Mezcla	162,99	1	162,99	0,93	0,4069
Error	528,08	3	176,03		
Total	1142,84	7			

Anexo 49. Análisis de la varianza de la proporción de gramíneas (%) en el remanente en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Gram. rem. %	8	0,59	0,05	56,73

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61,50	4	15,38	1,09	0,4919
Bloque	46,38	3	15,46	1,09	0,4713
Mezcla	15,13	1	15,13	1,07	0,3769
Error	42,38	3	14,13		
Total	103,88	7			

Anexo 50. Análisis de la varianza de la proporción de gramíneas (%) en el remanente en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Gram. rem. %	8	0,60	0,06	112,00

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	237,00	4	59,25	1,12	0,4828
Bloque	165,00	3	55,00	1,04	0,4882
Mezcla	72,00	1	72,00	1,36	0,3280
Error	159,00	3	53,00		
Total	396,00	7			

Anexo 51. Análisis de la varianza de la proporción de leguminosas (%) en el remanente en el período 1

Variable N R² R² aj. CV
Leg. rem. % 8 0,95 0,87 39,26

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3821,71	4	955,43	13,03	0,0307
Bloque	187,50	3	62,50	0,85	0,5507
Mezcla	3634,21	1	3634,21	49,56	0,0059
Error	220,01	3	73,34		
Total	4041,71	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=14,25059

Error: 73,3360 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DA	43,13	4	4,28	A
FAcTb	0,50	4	4,28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 52. Análisis de la varianza de la proporción de leguminosas (%) en el remanente en el período 2

Variable N R² R² aj. CV
Leg. rem. % 8 0,98 0,95 23,02

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1129,50	4	282,38	36,24	0,0071
Bloque	48,38	3	16,13	2,07	0,2828
Mezcla	1081,13	1	1081,13	138,75	0,0013
Error	23,38	3	7,79		
Total	1152,88	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,64504

Error: 7,7917 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DA	23,75	4	1,40	A
FAcTb	0,50	4	1,40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 53. Análisis de la varianza de la proporción de leguminosas (%) en el remanente en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Leg. rem. %1	8	0,96	0,91	32,23

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2313,50	4	578,38	18,99	0,0181
Bloque	102,38	3	34,13	1,12	0,4639
Mezcla	2211,13	1	2211,13	72,60	0,0034
Error	91,38	3	30,46		
Total	2404,88	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,18390

Error: 30,4583 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 33,75 4 2,76 A

FAcTb 0,50 4 2,76 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 54. Análisis de la varianza de la proporción de malezas (%) en el remanente en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Malezas rem. %	8	0,99	0,98	3,40

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	618,49	4	154,62	71,19	0,0026
Bloque	582,19	3	194,06	89,35	0,0020
Mezcla	36,30	1	36,30	16,71	0,0265
Error	6,52	3	2,17		
Total	625,00	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,45240

Error: 2,1719 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

FAcTb 45,42 4 0,74 A

DA 41,16 4 0,74 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 55. Análisis de la varianza de la proporción de malezas (%) en el remanente en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Malezas rem. %	8	0,88	0,71	7,63

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	222,50	4	55,63	5,32	0,1006
Bloque	156,38	3	52,13	4,98	0,1100
Mezcla	66,13	1	66,13	6,32	0,0866
Error	31,38	3	10,46		
Total	253,88	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,38152

Error: 10,4583 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 45,25 4 1,62 A

FAcTb 39,50 4 1,62 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 56. Análisis de la varianza de la proporción de malezas (%) en el remanente en el total del período evaluado

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Malezas rem. %	8	0,96	0,90	4,31

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	242,50	4	60,63	17,53	0,0203
Bloque	241,38	3	80,46	23,27	0,0140
Mezcla	1,13	1	1,13	0,33	0,6084
Error	10,38	3	3,46		
Total	252,88	7			

Anexo 57. Análisis de la varianza de la proporción de otras especies (%) en el remanente en el período 1

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Otros rem. %	8	0,75	0,42	80,69

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,79	4	2,95	2,26	0,2644
Bloque	6,80	3	2,27	1,74	0,3306
Mezcla	4,99	1	4,99	3,83	0,1453
Error	3,91	3	1,30		
Total	15,70	7			

Anexo 58. Análisis de la varianza de la proporción de otras especies (%) en el remanente en el período 2

Variable	N	R ²	R ² aj.	CV
Otros rem. %	8	0,89	0,74	40,73

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56,50	4	14,13	6,05	0,0854
Bloque	6,50	3	2,17	0,93	0,5236
Mezcla	50,00	1	50,00	21,43	0,0190
Error	7,00	3	2,33		
Total	63,50	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,54192

Error: 2,3333 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 6,25 4 0,76 A

FAcTb 1,25 4 0,76 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 59. Análisis de la varianza de la proporción de otras especies (%) en el remanente en el total del período evaluado

Variable N R² R² aj. CV
 Otros rem. % 8 0,77 0,47 36,89

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,50	4	2,88	2,56	0,2334
Bloque	5,38	3	1,79	1,59	0,3558
Mezcla	6,13	1	6,13	5,44	0,1018
Error	3,38	3	1,13		
Total	14,88	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,76502

Error: 1,1250 gl: 3

Mezcla Medias n E.E.

DA 3,75 4 0,53 A

FAcTb 2,00 4 0,53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).

Anexo 60. Composición botánica en kg MS/ha del forraje disponible

kg MS/ha	Período 1		Período 2		Total	
	DA	FAcTb	DA	FAcTb	DA	FAcTb
Restos secos	80,25 A	66,25 A	97,75 A	130,00 A	89,25 A	98,00 A
Gramíneas	47,25 A	49,75 A	170,75 A	184,25 A	109,00 A	117,00 A
Leguminosas	780,50 A	7,25 B	655,75 A	27,50 B	718,25 A	17,25 B
Malezas	311,50 A	313,0 A	312,00 A	330,50 A	311,75 A	321,50 A
Otros	39,27 A	45,92 A	4,74 A	23,44 A	22,00 A	35,00 A

Anexo 61. Composición botánica en kg MS/ha del forraje remanente

kg MS/ha	Período 1		Período 2		Total	
	DA	FAcTb	DA	FAcTb	DA	FAcTb
Restos secos	62,16	40,13	115,03 A	139,46 A	88,75 A	90,00 A
Gramíneas	6,37 A	20,40 A	32,17 A	51,86 A	19,50 A	36,00 A
Leguminosas	222,14 A	1,75 B	138,11 A	2,57 B	180,25 A	2,25 B
Malezas	203,41 A	125,86 A	262,87 A	264,87 A	233,25 A	195, 50 A
Otros	2,90 A	6,07 A	36,74 A	10,29 B	8,25 B	19,75 A

Anexo 62. Peso de los novillos en cada período y en cada tratamiento, y la carga respectiva

	Trat.	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Peso promedio (kg)	Carga (PV/ha)
Período 1	DA	416	447	432	1015
	FAcTb	456	476	466	822
Período 2	DA	383	404	394	694
	FAcTb	379	391	385	680

Anexo 63. Ganancia individual (kg PV/a/d) en el período 1

Variable N R² R² aj. CV
 Gan. ind. 7 0,69 0,54 19,86

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	0,08	2	0,04	4,46	0,0958	
Tratamiento	0,03	1	0,03	3,86	0,1209	
Peso inicial (kg)	0,02	1	0,02	1,78	0,2536	-9,8E-04
Error	0,03	4	0,01			
Total	0,11	6				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,15150

Error: 0,0087 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

DA 0,53 4 0,05 A

FAcTb 0,38 3 0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10).

Anexo 64. Ganancia individual (kg PV/a/d) en el período 2

Variable N R² R² aj. CV
 Gan. ind. 6 0,60 0,33 31,14

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	0,05	2	0,02	2,23	0,2554	
Tratamiento	0,05	1	0,05	4,28	0,1305	
Peso inicial (kg)	3,6E-04	1	3,6E-04	0,03	0,8688	4,9E-04
Error	0,03	3	0,01			
Total	0,08	5				