

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PRODUCTIVIDAD INVERNO PRIMAVERAL DE FESTUCA Y DACTYLIS EN
MEZCLAS CON LEGUMINOSAS EN SU CUARTO AÑO DE VIDA**

por

**Juan Andrés GARCIA OTERO ORTIZ DE TARANCO
Joaquin ESTEVEZ URTIAGA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2017**

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Javier García Favre

Fecha: 29 de setiembre de 2017

Autores: _____

Joaquin Estevez Urtiaga

Juan Andrés Garcia Otero Ortiz de Taranco

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que estuvieron con nosotros a lo largo de todo este tiempo, a los amigos, a los compañeros, a los profesores... a la familia que gracias a su constante apoyo hoy nos convertimos en profesionales, en especial a nuestras madres, Sonia y "Mamocho".

Al ingeniero Ramiro "Toto" Zanoniani tutor de este trabajo, por el conocimiento y el tiempo dedicado a nosotros.

A nuestro amigo Juan Bernardo Echeverrigaray por su colaboración en las tareas de campo y por su constante apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 <u>OBJETIVO</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA</u>	3
2.1.1 <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	3
2.1.2 <u><i>Dactylis glomerata</i></u>	5
2.1.3 <u><i>Medicago sativa</i></u>	7
2.1.4 <u><i>Trifolium repens</i></u>	9
2.1.5 <u><i>Lotus corniculatus</i></u>	10
2.2 <u>MEZCLAS FORRAJERAS</u>	12
2.2.1 <u>Importancia de la formulación de las mezclas</u>	12
2.2.2 <u>Dinámica de las mezclas</u>	14
2.3 <u>EFFECTOS DEL PASTOREO</u>	15
2.3.1 <u>Generalidades</u>	15
2.3.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	15
2.3.2.1 <u>Frecuencia</u>	15
2.3.2.2 <u>Intensidad</u>	16
2.3.3 <u>Efectos sobre los componentes de la mezcla</u>	18
2.3.4 <u>Efectos sobre la fisiología de las plantas</u>	18
2.3.5 <u>Efectos sobre la morfología de las plantas</u>	19
2.3.6 <u>Efectos sobre la composición botánica y la persistencia</u> ...	19
2.3.7 <u>Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal</u>	20
2.4 <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	21
2.4.1 <u>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</u>	22
2.4.2 <u>Relación asignación de forraje-consumo</u>	23
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
3.1 <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES</u>	25
3.1.1 <u>Lugar y período experimental</u>	25

3.1.2	<u>Información meteorológica</u>	25
3.1.3	<u>Descripción del sitio experimental</u>	25
3.1.4	<u>Antecedentes del área experimental</u>	26
3.1.5	<u>Tratamientos</u>	26
3.1.6	<u>Diseño experimental</u>	27
3.2	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	28
3.2.1	<u>Descripción de las variables</u>	28
3.2.1.1	Disponibilidad y remanente de materia seca.....	28
3.2.1.2	Altura del disponible y del remanente.....	29
3.2.1.3	Producción de forraje.....	29
3.2.1.4	Tasa de crecimiento promedio.....	29
3.2.1.5	Composición botánica.....	30
3.2.1.6	Suelo desnudo.....	30
3.2.1.7	Forraje desaparecido.....	30
3.2.1.8	Peso de los animales.....	30
3.2.1.9	Oferta de forraje.....	30
3.2.1.10	Ganancia de peso media diaria.....	30
3.2.1.11	Producción de peso vivo por hectárea.....	31
3.3	HIPÓTESIS.....	31
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u>	31
3.3.2	<u>Hipótesis estadísticas</u>	31
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	32
3.4.1	<u>Modelo estadístico</u>	32
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	34
4.2	PARÁMETROS DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA.....	37
4.2.1	<u>Forraje disponible</u>	37
4.2.2	<u>Altura de forraje disponible</u>	39
4.2.3	<u>Forraje remanente</u>	41
4.2.4	<u>Forraje desaparecido</u>	42
4.2.5	<u>Porcentaje de utilización de la pastura</u>	45
4.2.6	<u>Producción de forraje</u>	46
4.2.7	<u>Tasa de crecimiento</u>	47
4.2.8	<u>Composición botánica</u>	49
4.3	PRODUCCIÓN DE CARNE.....	51
4.3.1	<u>Ganancia diaria de peso vivo</u>	52

4.3.2	<u>Eficiencia de producción</u>	53
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	54
6.	<u>RESUMEN</u>	55
7.	<u>SUMMARY</u>	56
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	57
9.	<u>ANEXOS</u>	65

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje anual acumulada (kg/ha MS) de los cultivares en el ensayo de <i>Festuca arundinacea</i> , sembrados en 2008.....	5
2. Rendimientos de forraje relativos al cultivar Porto.....	7
3. Producción de forraje anual y acumulada del cultivar La Estanzuela Chaná sembrado en 2011, evaluación de cultivares de INIA e INASE.....	9
4. Producción de forraje anual y acumulada del cultivar La Estanzuela Zapicán sembrado en 2012 y 2013 por la evaluación de cultivares de INIA e INASE.....	10
5. Producción de forraje anual y acumulada del cultivar San Gabriel sembrado en 2012 y 2013 por la evaluación de cultivares de INIA e INASE.....	12
6. Disponibilidad promedio de materia seca en kg/ha para cada tratamiento.....	38
7. Disponibilidad promedio de materia seca en kg/ha para dos épocas.....	38
8. Altura del disponible promedio para cada tratamiento.....	39
9. Altura disponible según mezcla (cm).....	39
10. Altura disponible según fecha de siembra (cm).....	40
11. Forraje remanente según mezcla	42
12. Forraje desaparecido promedio por tratamiento durante todo el período.....	43
13. Oferta de forraje para cada tratamiento en invierno y primavera.....	44
14. Forraje desaparecido según época para todos los tratamientos (expresado como porcentaje del peso vivo)	45

15. Porcentaje de utilización promedio	46
16. Crecimiento acumulado de materia seca y crecimiento ponderado por gramíneas+leguminosas para cada tratamiento.....	47
17. Tasa de crecimiento diaria para cada tratamiento.....	48
18. Composición botánica del forraje disponible (en porcentaje) para cada tratamiento	49
19. Crecimiento acumulado ponderado entre gramíneas y leguminosas en kg/ha de MS.....	50
20. Porcentaje de malezas según fecha de siembra.....	50
21. Ganancia de peso vivo y oferta de forraje según mezcla.....	52
22. Ganancia diaria promedio según mezcla forrajera y época de pastoreo	52
Figura No.	
1. Diseño y ubicación del sitio experimental.....	28
2. Régimen de precipitaciones mensual ocurridas desde abril a diciembre de 2014 vs. promedio mensual de la serie histórica 2002-2014.....	34
3. Promedio mensual de temperaturas máximas, mínimas y medias del año 2014 y de la serie histórica 2002-2014.....	36
4. Balance hídrico mensual del período abril-diciembre de 2014.....	37
5. Forraje remanente (kg/ha MS) y altura del remanente (cm) promedio para cada tratamiento	41
6. Forraje disponible y forraje remanente para cada tratamiento.....	43
7. Forraje desaparecido según época de evaluación y fecha de siembra (kg de MS/ha).....	45
8. Evolución del peso vivo animal para cada mezcla forrajera en el período julio-diciembre	51

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay existen básicamente distintos sistemas de producción, desde los más extensivos a los de mayor intensividad; los extensivos se caracterizan por tener pasturas naturales y pasturas naturales con mejoramientos. En lo que se refiere al segundo sistema, se encuentran las pasturas implantadas como lo son, mezclas forrajeras, gramíneas con nitrógeno, leguminosas puras, y verdes (Carámbula y Santiñaque, 1981).

Las pasturas son la fuente de alimento disponible más económica para la alimentación de los rumiantes, por lo que es muy importante conocer cómo se maximiza la producción de forraje, su mejor utilización, y como se alcanzan buenas eficiencias de conversión en producto animal.

Para incrementar tanto la producción primaria (forraje), como la secundaria (carne, leche, lana) es necesario plantear alternativas de manejo, dentro de ellas el control del pastoreo aparece como una de las más manejables. Es así que el ajuste de la dotación ha sido reconocido que tiene gran influencia tanto sobre la producción y utilización del forraje, la vida productiva de la pastura y la ganancia animal individual por unidad de superficie.

Los objetivos que se persiguen a la hora de instalar una pradera para lograr el mayor beneficio es fundamentalmente; producir la máxima cantidad de forraje nutritivo y apetecible a lo largo del año, mantener el equilibrio entre las diferentes especies que constituyen la pradera y por ultimo conservar la misma en condiciones de obtener cosechas productivas en forma sostenida año tras año (Carámbula, 1977).

Según Carámbula et al. (1982), el problema forrajero en la región puede ser definido por las siguientes características:

- Condiciones climáticas erráticas, en particular los factores agua y temperatura,
- Suelos con bajos niveles de fósforo y muchas veces con alto poder de fijación del mismo, lo que condicionaría la presencia de las leguminosas, en áreas importante de las zonas agrícolas-ganaderas y ganaderas de la región,
- Baja frecuencia de especies invernales, las cuales han sido reducidas posiblemente por el efecto del pastoreo irracional y la baja fertilidad de los suelos,
- Baja frecuencia de leguminosas nativas, por lo que sería sensiblemente pobre la fijación de nitrógeno, en consecuencia este elemento no sería introducido en forma adecuada al ecosistema.

Es importante conocer el comportamiento de las diferentes opciones forrajeras, en cuanto a producción de forraje y producción animal, y su evolución a lo largo de las estaciones del año y de su vida productiva, para poder discernir entre las distintas alternativas a la hora de incluirlas en un sistema pastoril, ajustando su elección en base a diferentes criterios de conveniencia.

1.1 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo comprendió la evaluación de dos mezclas forrajeras: a) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* y b) *Dactylis glomerata* en mezcla con *Medicago sativa*, donde se evalúa la producción de forraje en su cuarto año de vida durante el período invierno-primaveral comparando dos fechas de siembra distintas. Como objetivo secundario se plantea evaluar la producción de peso vivo de ambas mezclas para el mismo período, tanto en producción individual como por unidad de superficie. A partir de estas dos variables se evaluará la respuesta de las diferentes mezclas para el período mencionado.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA

2.1.1 *Festuca arundinacea*

Es una especie de hábito de vida perenne, con ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento de cespitosa a rizomatosa (rizomas muy cortos). Existe una amplia variación genética para la morfología de rizomas (Jernstdt, citado por Slaper y Bucknert, 1995). Se adapta a un amplio rango de suelos, prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2010a).

Esta especie de muy buena persistencia crece bien en lugares húmedos y presenta buena resistencia a la sequía, con buena producción en otoño-invierno, admitiendo pastoreos relativamente frecuentes e intensos durante estos períodos y en el verano se requiere de un manejo más cuidadoso (Carámbula, 2010a).

La festuca si bien es una especie de ciclo de vida invernal mientras tenga suficiente humedad en el suelo puede mantenerse verde todo el año, incluso en verano, donde la falta de agua limita mas su crecimiento que las altas temperaturas. Esto es posible debido a su gran desarrollo radicular fibroso, profundo y bien extendido lo que permite explorar grandes volúmenes de suelo en momentos donde el agua escasea (Carámbula, 2010a).

Como afirma Carámbula (2010a) el desarrollo radicular de la festuca es el determinante de la persistencia de la pastura por lo que este debe fomentarse a fines de invierno y primavera.

Su implantación es lenta, dado que las plántulas son poco vigorosas y como consecuencia son fácilmente invadidas por especies anuales de rápido crecimiento (Cowan, citado por Carámbula, 2002b). García (2003), sostiene que este problema es mejorable si la siembra se realiza en línea.

Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote a fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre). Admite pastoreos relativamente frecuentes e intensos. Sin reposo estival, pero requiere de un manejo cuidadoso en verano. Durante el estado reproductivo posee baja palatabilidad. Es compatible con leguminosas agresivas. Presenta buena producción de semilla en suelos de alta fertilidad y muy buena persistencia vegetativa siendo su resiembra natural muy baja (Carámbula, 2010a).

Con respecto al macollaje, aumentan durante la etapa vegetativa (otoño-invierno) registrándose los valores máximos a fines de invierno, para posteriormente disminuir en primavera y verano (Formoso, 1996).

Si bien su floración ocurre a inicios de la primavera, García (2003) recomienda prevenir que la pastura encañe dado que esto lleva a pérdidas de calidad y palatabilidad por parte del ganado, así como también detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular. Esto es de considerar para lograr el máximo número de macollos previo al verano, estación que generalmente presenta déficit hídricos provocando la muerte de macollas y comprometiendo la persistencia de la especie quedando susceptible al avance de especies más adaptadas.

Por su alta producción y su rebrote rápido, esta especie necesita disponer de buenas condiciones de fertilidad, si es que se quiere explotar al máximo su potencial productivo. Por lo que necesita de un suministro importante de nitrógeno, sea suministrado mediante fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra asociada con leguminosas (Carámbula, 2010a).

En cuanto al manejo del pastoreo, este puede ser intenso y frecuente (de 15 a 18 cm de altura a remanentes de 5 a 7 cm), debido a que las reservas de la planta se encuentran en raíces y rizomas (Ayala et al., 2010). Sin embargo, períodos muy prolongados de pastoreo intensivo pueden ser desfavorables para el crecimiento de las plantas, especialmente en verano donde pastoreos rasantes reducen su producción posterior y persistencia (Carámbula, 2002a). Apoyando lo anterior Matches, citado por Slaper y Bucknert (1995), plantea que el pastoreo de una pastura de festuca bien establecida dejando remanentes de 5 a 10 cm promueve altas producciones, calidad y longevidad de la misma.

En esta especie existe la presencia de un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*), con el cual establece una relación de mutualismo. Éste produce dentro de la planta una serie de alcaloides, algunos de los cuales resultan benéficos (Peramina y Lolina) confiriéndole a la planta mayor tolerancia a la sequía, insectos y nemátodos, aumento del macollaje, mejora de la persistencia y la producción de forraje. A su vez produce otros compuestos que pueden ser nocivos para el ganado (Ergovalina y Lolitren B), causantes de problemas de toxicidad conocidos como “festucosis” (Ayala et al., 2010).

Los cultivares de festuca se pueden agrupar en dos grandes tipos: mediterráneos y continentales. Los primeros tienen muy buen potencial de crecimiento invernal pero reposan en verano (latencia estival), son de hoja fina y de hábito erecto. Los segundos tienen capacidad de crecer en todas las estaciones del año, son en general de hojas anchas y hábito de crecimiento intermedio, con rendimientos de forraje de un 20% superiores (Ayala et al., 2010).

En este experimento se utilizó el cultivar INTA Brava, el mismo proviene del cultivar Palenque Plus y se destaca del mismo por poseer mayor proporción de hojas, más flexibles y anchas conservando su adaptación general y la tolerancia a enfermedades de hoja, también produce más forraje invernal y estival (Rimieri, 2011).

INTA Brava como cultivo puro o asociado con trébol blanco muestra un excelente potencial productivo y se destaca, además, por tolerar sequías temporarias. Sobresale frecuentemente, por la mayor producción de materia seca digestible por hectárea.

En cuanto a la producción, ésta es muy similar al cultivar Tacuabé como bien se aprecia en el cuadro a continuación.

Cuadro No.1. Producción de forraje anual acumulada (kg/ha MS) de los cultivares en el ensayo de *Festuca arundinacea*, sembrados en 2008.

	1er. año	2º. año	3er. año	Total
Estanzuela Tacuabé	6037	12255	10135	28322
INTA Brava	5953	12399	10219	28478

Fuente: Ayala et al. (2010)

2.1.2 *Dactylis glomerata*

Vulgarmente llamado “pasto ovillo o pasto azul”, es una especie C3, perenne-invernal, de crecimiento cespitoso que pertenece a la familia de las gramíneas. Produce macollos comprimidos lateralmente, sus láminas y vainas son glabras de color verde azulado, no presenta aurículas y su lígula es blanca y bien definida, además tiene nervadura central marcada, no produce estolones ni rizomas (Langer, 1981).

Puede crecer en suelos livianos de fertilidad moderada, pero su mejor comportamiento se refleja en suelos francos con buena fertilidad. Resiste muy bien a la acidez y el sombreado, esto último permite utilizarla en siembras consociadas (Carámbula, 2010a).

Tiene dos particularidades que definen un pastoreo frecuente pero no intenso (frecuencias de 15-20 cm e intensidades de 5-7 cm). Una es su sistema radicular superficial sin latencia estival, manejar un área foliar importante permitirá un crecimiento radicular adecuado que la haga más resistente al déficit hídrico del verano. Y el otro es que sus reservas se encuentran en las vainas y bases de las macollas, por lo que hay que evitar que los animales lleguen a estas. En cuanto a la resistencia a la sequía es más resistente que las gramíneas anuales sembradas (*Lolium multiflorum*) pero menos

que las perennes sembradas (*Festuca arundinacea*, *Phalaris aquatica*, Carámbula, 2010a).

Es muy competitiva frente a la gramilla (*Cynodon dactylon*) debido a su floración tardía en la primavera y a la carencia de latencia estival, además su temperatura óptima de crecimiento es de 25 °C (García, 1995a).

Según Bautes y Zarza (1982), el dactylis produce más materia seca en el año en que se siembra que *Festuca arundinacea* y *Phalaris aquatica*, debido a un mayor vigor inicial y un mayor número de macollos. A su vez esto permite una buena implantación con menos problemas que estas otras especies nombradas. Sin embargo en los años siguientes produce menos materia seca.

Los principales problemas que presenta esta especie son el daño por pisoteo y el pastoreo intenso (Langer, 1981).

Se comporta muy bien sembrada con leguminosas tales como alfalfa o lotus, para esto se adaptan mejor cultivares con resistencia al frío y alto crecimiento en la primavera temprana (Carámbula, 2010a).

El cultivar utilizado en este experimento fue INIA Perseo; según la empresa semillera que tiene la licencia para comercializarlo Procampo Uruguay SRL. - Sociedad de Fomento Rural de Tarariras, se trata de un cultivar obtenido por INIA La Estanzuela buscando rendimiento y sanidad. Se logró luego de tres ciclos de selección. Su hábito de crecimiento es semi-erecto y es más oscuro que cv. INIA Oberón, tiene rendimientos mayores que este a partir del segundo año sobre todo fuera del invierno. Buena sanidad foliar y produce forraje de buena calidad, alto tenor proteico y palatabilidad (Ayala et al., 2010).

Su mejor desempeño se da en suelos de texturas medias y permeables, también es adaptable a suelos desde arenosos a pesados. No tolera anegamientos, y en condiciones de déficit hídrico se comporta mejor que otras gramíneas, es decir tiene buena resistencia a sequía. Requiere menos fertilidad que festuca y raigrás (Ayala et al., 2010).

Se asocia muy bien con las leguminosas forrajeras sembradas en el país. Los mayores rendimientos se obtienen con pastoreos rotativos poco intensos (5 cm de remanente). La peor condición para la persistencia y producción de este cultivar se da con pastoreos continuos e intensos especialmente en verano (Ayala et al., 2010).

Cuadro No.2. Rendimientos de forraje relativos al cultivar Porto.

Cultivar	1er.año	2°.año	3er.año	Total
Perseo	105	105	109	105
Oberón	107	104	102	103
Porto	100	100	100	100
100=kg/ha MS	6634	9460	5276	21850

Fuente: Ayala et al. (2010)

2.1.3 *Medicago sativa*

Comúnmente conocida como alfalfa, es una leguminosa perenne de ciclo estival, generalmente de crecimiento erecto a partir de corona aunque hay cultivares rastreros (Carámbula, 2010a).

Es exigente en suelos fértiles, con buena profundidad y drenaje. Es de buen vigor inicial y se establece rápidamente, buen potencial productivo primavero-estivo-otoñal y alta capacidad de fijar nitrógeno (Carámbula, 2010a).

Esta especie posee un sistema radicular pivotante profundo, con una raíz principal y alta capacidad para explorar importantes volúmenes de suelo. A su vez tiene baja densidad radicular en superficie (Lamba et al., citados por Carámbula, 2010a). Sin embargo Heichel, citado por Barnes y Sheaffer (1995) considera que entre el 60 y 70% del sistema radicular total de la alfalfa se encuentra en los primeros 15 cm de suelo.

En cuanto al crecimiento de las raíces es sensible a la acidez del suelo, por lo que el pH óptimo del suelo es entre 6 y 6,5, con pH críticos de 5,5 y 7,5 (Morón, 2000). Del pH del suelo dependerá la fijación simbiótica de nitrógeno y la disponibilidad de otros elementos esenciales. Los nutrientes más comúnmente limitantes en Uruguay para la alfalfa son potasio, fósforo, azufre y boro (Barnes y Sheaffer, 1995).

Para lograr los máximos potenciales de producción se debe prestar total atención en la calidad del suelo en que se pretende instalar (Rebuffo, 2000).

En cuanto a las necesidades de macro nutrientes a agregar el fósforo es el más importante, se requieren 20 mg/kg de suelo (Ayala et al., 2010) es decir 20 partes por millón. Mismo nivel crítico utilizó Morón (2000), manejando entre 18 y 20 ppm en el suelo, este autor caracterizó una respuesta de entre 50-70 kg MS/kgP₂O₅ agregado.

La corona se encuentra en la base de los tallos y es la principal fuente de reservas de la planta, cuando sufre una defoliación (pastoreo) es el órgano de la planta responsable de regenerar los tallos. En general existe cierta ciclicidad en la planta, al llegar los tallos a cierto nivel de madurez las yemas de la corona comienzan a brotar, dicho nivel de madurez es evidenciado por la aparición de flores jóvenes. Cuando se da una defoliación previa, es decir en etapas previas a este nivel de maduración, puede que la planta rebrote a partir de yemas axilares de tallos no defoliados. Sin embargo estos rebrotes contribuyen poco, si se los compara con rebrotes basales, a la recuperación de la planta (Langer, 1981).

Continuando el párrafo anterior, Rebuffo (2005) sugiere dos momentos claves para la defoliación (pastoreo o corte): la aparición del rebrote basal o el inicio de la floración. Es en estos momentos en que la planta se encuentra con sus reservas colmadas. Según el autor anteriormente mencionado cuando la planta tiene 15 a 20 cm de altura se encuentra con el nivel mínimo de reservas por lo que no aconseja el pastoreo, la planta utilizó sus reservas para generar esa biomasa y a partir de ese momento comenzará a acumular nuevamente carbohidratos en la corona.

La producción de materia seca tiene un pico en primavera, cuando las condiciones climáticas son las más favorables, en verano es muy variable dependiendo básicamente de la disponibilidad de agua (suelos profundos con altas capacidades de almacenar agua disponible lograrán mejores producciones), y en el otoño la producción es relativamente baja. El manejo en el otoño debe ser desde el punto de vista de la sobrevivencia, es decir cauteloso (Carámbula, 2002a).

Los cultivares utilizados en Uruguay se clasifican en tres grupos de acuerdo al grado de latencia o reposo invernal, sin reposo, con reposo corto y con reposo largo (Carámbula, 2010a). INASE (2012) los clasifica en: con latencia, latencia intermedia y sin latencia.

Cada grupo tiene sus características asociadas, la distribución de la producción de forraje, tamaño de corona y persistencia (Carámbula, 2010a). La resistencia a enfermedades foliares es variable según los grupos, los de mayor latencia invernal son los más resistentes (Ayala et al., 2010).

En el experimento se utilizó el cultivar La Estanzuela Chaná, dicho cultivar fue seleccionado por persistencia sobre alfalfas con origen italiano. Tiene latencia invernal y floración intermedia, sus tallos son largos y de porte erecto. Los mayores rendimientos se logran en suelos de textura media a liviana, bien drenados y con alta fertilidad y disponibilidad de fósforo. Se recomienda especialmente para la producción de heno y no se adapta a suelos ácidos (García et al., 1991).

Este cultivar se adapta muy bien a siembras de otoño y fin de invierno. Es muy precoz y tiene muy buen vigor de plántula lo que hace que el primer año produzca mas

forraje que otros cultivares. Puede tener problemas de enfermedades de tallo y corona en este primer año. El 50% del forraje que produce en el año lo ofrece en verano. Se pueden realizar hasta 6 cortes en el año debido a su rápida recuperación. Dura hasta 4 años en buenas condiciones y no tiene problemas severos con enfermedades foliares (García et al., 1991).

Cuadro No.3. Producción de forraje anual y acumulada del cultivar La Estanzuela Chaná sembrado en 2011.

	1er. año	2º. año	3er. año	Total
Producción de MS (kg/ha)	3641	13437	12848	29983

Fuente: Ayala et al. (2010)

2.1.4 *Trifolium repens*

Vulgarmente se conoce como trébol blanco, es una leguminosa perenne, estolonífera, de ciclo invernal con su pico de producción en la primavera. Su persistencia depende principalmente de las condiciones hídricas del verano, la falta de humedad en el suelo puede determinar la muerte de plantas, haciendo que se comporte como anual, bianual o de vida corta. Tiene muy alto valor nutritivo, alta respuesta al fósforo, y muy efectiva fijación de nitrógeno atmosférico lo que hace que tenga muy buen comportamiento en pasturas mezclas con gramíneas (Carámbula, 2010a).

Presenta varias características que la hacen muy buena para el pastoreo intenso logrando altos rendimientos de materia seca. Una de ellas es el IAF óptimo bajo, otra el poseer las hojas viejas en el estrato superior al alcance de los animales en pastoreo, y las jóvenes en el estrato inferior. Con esta disposición de las hojas, el remanente está compuesto por hojas jóvenes de alta capacidad fotosintética, lo que permite rápido crecimiento post pastoreo y altos rendimientos de materia seca (Carámbula, 2010a).

Puede persistir de forma vegetativa o como semilla dura, esta última cualidad la hace habilidosa para colonizar nichos vacíos. Se adapta muy bien a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos (Carámbula, 2010a).

Es una de las más importantes forrajeras del clima templado por su adaptabilidad al pastoreo y el alto valor nutritivo (García, 1995a).

Si bien se adapta muy bien a pastoreos intensos (3 cm), el pastoreo no debe ser severo y exagerado. Debe permitir plantas vigorosas, con estolones largos y de buen diámetro, mayor proporción de hojas cosechables y con alto peso individual de estas. La floración no es un problema ya que florece y el estolón puede continuar su crecimiento (Carámbula, 2010a).

En el país, esta especie se caracteriza por ser de hoja intermedia, floración temprana y abundante semillazón. La producción es muy buena en los dos primeros años pero después depende mucho de la persistencia (García y Rebuffo, 1997).

El cultivar utilizado en el experimento fue Zapicán, es el más difundido en el país. Este cultivar fue obtenido en La Estanzuela a partir de introducciones realizadas de Argentina. Es de hoja intermedia, habito postrado, floración temprana y abundante. Esto último permite altas semillazones con lo que se logran bancos importantes de semilla en el suelo. Tiene rápido establecimiento y muy buena producción invernal (Ayala et al., 2010).

García et al. (1991), lo recomiendan para suelos de textura media y pesada, con buenos niveles de fósforo, especial para mejoramientos de bajos. También nombra que se comporta bien sembrado en solitario o en mezclas. Su estación de crecimiento va desde marzo a diciembre, con su pico en octubre y durante todo el período mantiene alta calidad.

Cuadro No.4. Producción de forraje anual y acumulado del cultivar La Estanzuela Zapicán sembrado en 2012 y 2013.

	1er. año	2do. año	Total 2 años
Producción de MS (kg/ha, siembra 2012)	6704	7130	13834
Producción de MS (kg/ha, siembra 2013)	7834	14428	22262

Fuente: INIA e INASE (2015).

2.1.5 *Lotus corniculatus*

Es una leguminosa perenne, de ciclo estival y con crecimiento erecto a partir de corona. Posee un sistema radicular de profundidad intermedia, con raíz pivotante y raíces laterales que brindan resistencia frente a deficiencias hídricas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Se adapta a un amplio rango de suelos con buenas producciones de forraje (Formoso y Allegri, citados por Formoso, 1993). Es poco apto para suelos superficiales por no permitir buen desarrollo radicular (Zanoniani y Ducamp, 2004). Tiene menos requerimientos de fósforo en suelo que otras leguminosas sembradas y buen valor nutritivo durante toda la etapa de crecimiento (Puig y Ferrando, citados por Formoso, 1993). Se adapta bien a un amplio rango de acidez aunque se comporta mejor en niveles de 6,4 y 6,6 de pH (Aldrich, citado por Smetham, 1981).

En condiciones de drenaje imperfecto es probable que la persistencia se vea comprometida por problemas de enfermedades de raíz y corona ya que la especie es susceptible (Zanoniani y Ducamp, 2004). Sin embargo García et al. (1991), afirman que la especie se adapta a suelos hidromórficos.

Los pastoreos deben ser frecuentes pero no intensos, dejando un buen remanente foliar debido a que la capacidad de acumular reservas es baja, de lo contrario su persistencia se verá comprometida (Pereira Machín, 2008). Según Zanoniani y Ducamp (2004), el poseer tallos erectos hace que el manejo del pastoreo sea una práctica muy sensible, debido a que al pastorear se retiran tallos, hojas, meristemas axilares y apicales. A su vez las hojas jóvenes, de mayor eficiencia fotosintéticas se encuentran en el estrato superior del canopeo, es decir, sumamente expuestas al corte. Por lo tanto el remanente estará compuesto por hojas de baja capacidad fotosintética, la planta dependerá de las pocas reservas que pueda acumular.

El manejo del pastoreo debe ser con frecuencias de 20-25 cm e intensidades de 7,5 cm (Carámbula, 2002a). Manejos muy frecuentes (10-12 cm) y muy intensos (3 cm) determinan baja producción y comprometida persistencia, siendo el manejo en el verano el más importante para lograr la persistencia (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Tiene muy buena capacidad para fijar nitrógeno, aunque menor que la de trébol blanco. No presenta riesgo de meteorismo (Pereira Machín, 2008).

El cultivar utilizado en este trabajo fue San Gabriel, el cual es el más difundido y utilizado en el país. Produce forraje durante todo el año, aunque en el período invernal tiene un cese parcial en la producción debido a las temperaturas inferiores a la óptima para fotosíntesis neta, no presenta latencia (Formoso, 1993).

En el segundo año de vida presenta el máximo potencial de producción, luego en los años siguientes decae la producción total y por estaciones, sobre todo en las estaciones de menores temperaturas (Formoso, 1993). Este autor reporta trabajos en los que la producción de otoño e invierno del cuarto año fue un 23 y 27% de lo que produjo en dichas estaciones en el segundo año. Por otra parte la primavera es la estación menos afectada por la edad de la pastura debido a las temperaturas y condiciones hídricas cercanas a los óptimos, reporta que en la primavera del cuarto año produjo un 69% de lo que produjo en la primavera del segundo.

Las pérdidas de producción a partir del tercer año se deben básicamente a pérdidas de plantas y enfermedades de raíz y corona (Formoso, 1993).

Cuadro No. 5. Producción de forraje anual y acumulado del cultivar San Gabriel sembrado en 2012 y 2013.

	1er. año	2º. año	Total 2 años
Producción de MS (kg/ha, siembras 2012)	4321	12326	16647
Producción de MS (kg/ha, siembras 2013)	8211	13817	22028

Fuente: INIA e INASE (2015).

2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Carámbula (2010a), define a la mezcla forrajera como una población artificial integrada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación artificial y de los atributos individuales de cada especie que conforman la mezcla, se produce un proceso complejo de interferencia que puede tener como resultado: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio, y por último falta total de interferencia.

El mismo autor sostiene que el fin de realizar praderas mezclas es obtener de cada especie integrante el aporte máximo en materia seca, expresando de esta forma su verdadero potencial. Dado que cada especie o cultivar tiene características definidas de crecimiento y desarrollo, la combinación de ellas mostrará, el menos teóricamente el ciclo previsible que presentará la pastura.

Shneiter (2005), sostiene que las razones por las cuales se justifica el uso de mezclas en lugar de cultivos puros son la mayor producción y uniformidad estacional de la misma, menor variabilidad interanual, ventajas en la alimentación como mayor calidad de la dieta y menor riesgo de meteorismo.

Carámbula (1977) expresa que el uso de mezclas simples o compuestas por pocas especies parece ser más lógico, debido a que pueden ajustarse las diferentes tasas de crecimiento que presentan las plantas en distintas épocas del año. El manejo apropiado será lo primordial ya que de lo contrario esas mezclas se transformarán en un cultivo puro por desaparición de especies, de baja densidad, siendo susceptible al enmalezamiento y aparición de pastos nativos de bajo rendimiento y calidad.

2.2.1 Importancia de la formulación de las mezclas

Al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta: a) la adaptación edáfica de la especie, b) la zona geográfica donde se va a

sembrar, c) el destino del recurso, d) duración de la pradera y el momento de aprovechamiento, e) y el sistema de producción (Correa, 2003).

Carámbula (1985) sostiene que a la hora de formular mezclas se debe tener en cuenta que se sacará provecho de la misma incluyendo al menos una gramínea y una leguminosa, y que las mismas sean de características de manejo similares. A su vez, Hall y Vough (2007) recomiendan no incluir más de cuatro especies por mezcla y asegurarse que tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante, además, que no se incluyan especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes.

Santiñaque y Carámbula (1981) obtuvieron que la combinación de especies de ciclo invernal con especies de ciclo estival es más productiva que las mezclas estivales e invernales. Esta superioridad de las mezclas complementarias se debió a que la combinación de especies con diferentes respuestas a los principales parámetros climáticos, fueron capaces de explotar de manera más eficiente el ambiente total que cada una por separado. Esto confirma que las especies con diferentes ritmos de crecimiento anual, cambian el orden de dominancia a lo largo del año, de tal forma que sus ciclos se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia.

Al instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas, por lo general se acepta que esté compuesta por un 60-70% de gramíneas, 20- 30% de leguminosas y 10% de malezas (Carámbula, 2010a).

Las gramíneas le aportan a las praderas mezcla productividad sostenida por varios años, adaptación a gran cantidad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuada, explotación total de nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura, en especial si son perennes. Baja sensibilidad al pastoreo y corte, y baja vulnerabilidad a enfermedades e insectos así como también a la invasión de malezas (Carámbula, 1977).

La importancia de las leguminosas es provocar no solo aumentos en los rendimientos de materia seca de las gramíneas, sino que además su presencia incrementa la calidad del forraje producido. Minson y Milford (1967), observaron que solo la presencia de un 10% de leguminosas en una pastura madura, puede aumentar hasta un 50% el consumo voluntario y promover importantes ganancias de peso en los animales que la pastorean.

En cuanto a la calidad forrajera, las leguminosas contienen menos fibra que las gramíneas y una mayor relación de carbohidratos solubles e insolubles. También tienen mayor contenido de proteína que las gramíneas y aproximadamente el doble de minerales, especialmente magnesio y calcio, muchas veces involucrados en disturbios metabólicos de animales en pastoreo (Smetham, 1981).

Los autores Hall y Vough (2007) afirman que mezclas de gramíneas y leguminosas perennes compiten mejor con malezas, y con un 40% o más de gramíneas se reduce considerablemente el riesgo de meteorismo de las leguminosas y de intoxicación por nitratos o tetania.

Según Langer (1981), los máximos rendimientos de las mezclas de gramíneas y leguminosas se logran con la fertilización fosfatada de las pasturas estimulando un máximo vigor de las leguminosas y consecuentemente, una fijación máxima de nitrógeno. Si además se le agrega el pastoreo con retorno completo del estiércol y orina, se maximiza la velocidad de transferencia de nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas.

2.2.2 Dinámica de las mezclas

A pesar de todas las ventajas que ofrece la mezcla de gramíneas y leguminosas, según Carámbula (1981) en la mayoría de las pasturas cultivadas existe siempre un desequilibrio marcado hacia la fracción de las leguminosas. Esto está explicado por varios factores que respaldan la idea; por un lado las leguminosas en la etapa de implantación tienen mayor facilidad para establecerse que las gramíneas, por lo que en los primeros años de vida la abundancia de las primeras sobre las segundas será mayor; otro factor que explica este dominio de las leguminosas es la siembra de pasturas sobre suelos pobres o degradados, con bajos niveles de nitrógeno producto de la cosecha por parte de los cultivos antecesores, donde solo se fertiliza con fósforo, todo esto conduce a una mala implantación de las gramíneas e irremediablemente al desbalance de especies. Sin embargo en suelos fértiles ya sea natural o artificialmente, las mezclas se presentan bien balanceadas (Bautés y Zarza, 1982).

Si bien la superioridad de las leguminosas en la mezcla tiene su aspecto positivo desde el desempeño animal, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno en el suelo mediante el proceso de simbiosis, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas terminarán dominando las praderas (Carámbula, 1981).

Una de las principales causas de inestabilidad de las pasturas es la invasión de malezas en el verano. Estas colonizan los espacios de suelo descubierto que aparecen en el verano al desaparecer las leguminosas invernales sensibles a la sequía, constituyendo los nichos ideales para las especies invasoras (Carámbula, 2010a).

En la búsqueda de un buen balance entre gramíneas y leguminosas, cuando aumentan las primeras en detrimento de las segundas se produce una disminución de la producción animal. Cuando el aumento es de las leguminosas se da lo contrario en cuanto a la producción animal, pero se corren serios riesgos de meteorismo. Una de las formas de variar las proporciones de las diferentes especies en una pastura es a través del

manejo de la luz, resultado de la defoliación. Así es que, con defoliaciones frecuentes se ven favorecidas la mayoría de las leguminosas, dado que ante remanentes de áreas foliares menores absorben mayor cantidad de energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento con defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2004).

2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1 Generalidades

El manejo del pastoreo en pasturas sembradas tiene dos objetivos principales bien definidos, “*maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad para consumo animal y mantener las pasturas vigorosas, persistentes y estables a largo plazo*” (Formoso, 1996).

Según Nabinger (1996), los efectos pueden ser benéficos o menos deseables. Los efectos benéficos se dan, por ejemplo, cuando interfiere en el proceso de senescencia, y los efectos menos deseados, se dan con el pisoteo, cuando hay selección o arrancado de plantas.

Para incrementar la producción de forraje hay que manejar eficientemente diferentes estrategias de defoliación como la frecuencia e intensidad. De esta manera se logra favorecer la tasa de rebrote y disminuir las pérdidas por senescencia y descomposición (Matthew et al., citados por Garduño Velázquez et al., 2009).

Por otra parte la frecuencia e intensidad tienen incidencia directa en rendimiento, composición botánica y calidad de las pasturas sembradas (Hernández Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

A su vez, se deben variar las técnicas de manejo del pastoreo a lo largo del año, contemplando así variaciones climáticas y morfofisiológicas de las plantas (Carámbula, 1991).

2.3.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.3.2.1 Frecuencia

Según Harris (1978), la frecuencia es el intervalo de tiempo entre defoliaciones sucesivas. Cuanto mayor sea la frecuencia, es decir, menos tiempo entre pastoreos

sucesivos y más cortes, menores posibilidades de recuperación tendrá la pastura debido a la disminución del contenido de sustancias de reserva (Carámbula, 1977). Formoso (2000), agrega que con frecuencias elevadas además de disminuir el contenido de reservas, disminuye el peso de las raíces y esto genera menor producción de forraje y rebrotes más lentos. A su vez se debilitan las plantas siendo más susceptibles a enfermedades.

Como ventaja, con el incremento de la frecuencia de pastoreo se logra aumentar la utilización y mejorar la calidad del forraje (Fernández, 1999).

Con frecuencias bajas, descansos largos, el rendimiento relativo es mayor debido fundamentalmente al mayor contenido de reservas por parte de las raíces (Langer, 1981).

Como indicadores para decidir la frecuencia ideal de una pastura se pueden utilizar la altura o el número de hojas completamente expandidas. Según Hodgson (1990), la altura es un indicador simple que permite predecir la respuesta de la pastura y el animal. Fulkerson y Slack (1995) definieron al número de hojas completamente expandidas como indicador de la etapa de crecimiento de una pastura. Los resultados que obtuvieron indicaron como momento óptimo para ingresar a una pastura cuando se logran tres hojas completamente expandidas luego de iniciado el rebrote.

2.3.2.2 Intensidad

Hace referencia a la biomasa cosechada en cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), la intensidad está dada por la altura del rastrojo luego del corte o retiro de los animales. Afecta el rendimiento en cada defoliación y condiciona el rebrote, por ende la producción total de la pastura. Altas intensidades son positivas desde el punto de vista del forraje cosechado en ese momento pero trae consecuencias negativas en la producción futura de forraje. El rastrojo debe ser fotosintéticamente eficiente (Carámbula, 2004).

Cuando la pastura es defoliada intensamente se eliminan gran parte de los puntos de crecimiento vegetativos, por lo que el rebrote se verá afectado debiendo generar nuevas estructuras de crecimiento, esto provoca un atraso en la producción de forraje. Disminuye la producción de forraje y se perjudica la persistencia (Carámbula, 1977). De acuerdo con esto, Soca y Chilibroste (2008), afirman que si bien la pastura produce menos forraje, la cosecha es mayor debido a la mayor remoción de forraje verde y a la reducción de las pérdidas por senescencia. Sin olvidar esto, Escuder, citado por Cangiano (1996), agrega que para obtener la máxima producción por hectárea deben evitarse pastoreos muy intensos.

Las especies postradas resisten pastoreos más intensos, aunque logran adaptarse a estos adquiriendo portes levemente rastreros (Carámbula, 2008).

Carámbula (2004), recomienda para especies postradas pastorear hasta los 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7 cm. Es una manera simple de evitar severos daños por mal manejo.

De la intensidad depende la disponibilidad y la estructura del forraje, en manejos de altas intensidades de pastoreo se generan pasturas tiernas con alta proporción de hojas y tallos tiernos. En manejos de bajas intensidades de pastoreo los tallos son más desarrollados y con menor proporción de hojas (Zanoniani et al., 2006). Saldanha et al. (2010), agregan que también se afecta la densidad de macollos y plantas, y el número y peso de los macollos.

Observando la relación entre la intensidad y la producción animal, al dejar remanentes menores (mayores intensidades de pastoreo), disminuye la producción de forraje y el consumo animal. Para esto se debe aumentar la dotación por lo que las perdidas en ganancia individual se compensan con el mayor número de animales. En otro sentido, Soca y Chilibroste (2008) trabajando con pasturas en base a festuca obtuvieron las mayores producciones de forraje manejando remanentes mayores.

Relacionando frecuencia con intensidad y el IAF crítico Watson, citado por Carámbula (1977), sugiere que la tasa de crecimiento de la pastura depende del área foliar y que cada pastura o cultivo tiene un IAF crítico en el cual se da la máxima tasa de crecimiento (IAF crítico o IAF óptimo: área foliar capaz de interceptar el 95% de la luz incidente). Luego de alcanzado el IAF crítico comienza el sombreado ya que la pastura sigue creciendo a su máxima tasa.

Por otra parte Carámbula (2004), agrega que la velocidad de la pastura en lograr un volumen de forraje adecuado, aspecto determinado en teoría por el IAF óptimo, es el elemento que determinará el período de crecimiento y así la frecuencia.

Con respecto a la intensidad, cuanto menor sea el remanente post pastoreo, mayor será el tiempo en alcanzar el IAF crítico, por lo que la frecuencia será menor (Brougham, 1956)

En pasturas con IAF óptimo bajo (IAF óptimo 3) por ejemplo, las dominadas por tréboles, es posible realizar pastoreos intensos y frecuentes. Lo contrario ocurre en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF óptimo 5) o dominadas por gramíneas erectas (IAF óptimo entre 9 y 10, Brougham, citado por Agustoni et al., 2008).

2.3.3 Efectos sobre los componentes de la mezcla

Así como el efecto que causa el pastoreo o corte varía con la intensidad, también es diferente entre leguminosas y gramíneas. Debido a la arquitectura de las hojas, las leguminosas interceptan más luz a igual área foliar remanente que las gramíneas y en consecuencia se recuperan con más facilidad. Dentro de las gramíneas ocurre el mismo comportamiento diferencial según el hábito de crecimiento, aquellas de hábito postrado se recuperarán más fácilmente que las erectas debido la disposición de las hojas. Sin embargo, desde el punto de vista del rendimiento de forraje, las gramíneas erectas generalmente rinden mejor debido a que tardan más tiempo en llegar al IAF óptimo. Manejos aliviados favorecen la producción de forraje de estas últimas. Por último se puede afirmar que pastoreos frecuentes con poco nitrógeno en suelo favorecen a las leguminosas, pastoreos poco frecuentes y alto nitrógeno en suelo favorecen a las gramíneas, para lograr un buen balance el autor recomienda pastoreos frecuentes y alto nitrógeno en suelo (Carámbula, 2010a).

2.3.4 Efectos sobre la fisiología de las plantas

Se dan procesos compensatorios con los que se incrementa el crecimiento luego de la defoliación, algunos de estos procesos son; fotosíntesis compensatoria, distribución del carbono, reservas de carbohidratos y otros (Fortes et al., 2004).

Por otra parte Chapin, citado por Formoso (1996), agrega que luego del estrés generado por la defoliación, las plantas reordenan y priorizan diferentes procesos por un sistema “central de regulación”.

Cuando la fijación y translocación de energía supera la demanda de los meristemos regeneradores del área foliar, la energía que sobra es destinada a recuperar el nivel de reservas previamente utilizado para regenerar el área foliar (Smith, citado por Formoso, 1996).

El rebrote también se ve influenciado por factores fisiológicos, como la acumulación de reservas en raíz, el área foliar remanente y la activación de los meristemos de crecimiento (Konner, citado por Pérez et al., 2002). Si el área foliar remanente permite a las plantas mantener un equilibrio entre fotosíntesis y respiración, el rebrote se iniciará sin necesidad de recurrir a las reservas (Jaques, citado por Carámbula, 2010a).

En las raíces además de disminuir los niveles de sustancia de reserva, puede condicionar la absorción de agua y nutrientes desde zonas profundas, con lo que se condiciona el rebrote (Troughton, citado por Carámbula, 2010a). Las raíces también

pueden ser afectadas por la compactación debida al pisoteo, en este caso disminuye la aireación e infiltración de agua (Carámbula, 2010a).

2.3.5 Efectos sobre la morfología de las plantas

La defoliación genera múltiples efectos en la morfología de los pastizales, estos dependerán de la severidad de la defoliación y de la resistencia de las plantas frente a esta (Fortes et al., 2004).

La resistencia al pastoreo refiere a mecanismos propios de la planta para crecer en sistemas bajo pastoreo. Las especies más resistentes son aquellas que frente a otras en igualdad de condiciones ambientales se encuentran menos dañadas (Fortes et al., 2004).

El grado en que la planta se ve modificada está dado por la especie animal y la carga utilizada. Cuando la defoliación se da en la lámina de la hoja no se observa un efecto significativo, el cual si se observa cuando la defoliación se da a nivel de vaina (Grant et al., 1981).

Brancato et al. (2004), sostienen que un efecto del pastoreo probable es que se incrementa la tasa de macollaje, esto se debe a la modificación del ambiente que rodea a la planta provocado por el corte de plantas vecinas. Lo cual genera un cambio en la luz que llega a la base de la pastura, aumentando la relación rojo/rojo lejano. Posterior al corte aumenta el número de macollos y luego con el tiempo disminuyen en número pero aumentan en peso individual (Hodgson, citado por García et al., 2005). Fernández y Nava (2008) agregan que en pasturas que se mantienen con bajo IAF, por ejemplo en pastoreos continuos, se observa mayor densidad de macollos, con menor peso individual.

Existen diferencias en los diferentes estratos en lo que refiere a densidad, materia seca y digestibilidad. Pasturas de 20 cm de altura concentran más del 50% de la materia seca en los primeros 5 cm, el cual es el forraje con menor digestibilidad (García, 1995b).

2.3.6 Efectos sobre la composición botánica y la persistencia

En pasturas no pastoreadas, el balance de especies está determinado por la competencia por luz, agua y nutrientes (Nabinger, 1996).

Hay especies con mayor plasticidad fenotípica, es decir, frente a una mayor severidad del pastoreo modifican su morfología y la estructura de la población, para mantener el crecimiento (Gallarino, 2010).

Por otra parte, hay momentos en el año críticos para definir la composición botánica, en los que aumentar la intensidad o darle descanso prolongado puede tener alto impacto. El momento crítico en el año depende de las especies presentes, pero como regla general, defoliaciones poco intensas en etapas de activo crecimiento de la especie, favorece la predominancia de ésta (Jones, citado por Barthram et al., 1999).

Una gran porción del descenso de la productividad de una pastura y el deterioro de la composición botánica se debe al mal manejo. Con buenos manejos del pastoreo interactuando con el fertilizante se puede lograr mantener o mejorar la composición botánica (Jones, citado por Carámbula, 2010b).

La poca persistencia normal de las pasturas sembradas ocurre en general por pérdidas de las especies sembradas, en especial leguminosas, las gramíneas pierden rendimiento principalmente a medida que avanza la edad de la pastura. Al desaparecer las leguminosas, sus espacios son colonizados por especies invasoras, malezas (Carámbula, 2010c).

Comprometerán la persistencia: manejos que no favorezcan la acumulación de reservas (Carámbula, 2003); factores que retrasen el crecimiento radicular, debido a que se comprometerá la absorción de agua y nutrientes (Donaghy y Fulkerson, 1998); el sobrepastoreo en invierno, por pisoteo de la parte aérea y compactado del suelo, por afectar el crecimiento de las raíces (Carámbula, 2004).

2.3.7 Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal

La carga animal es la principal variable del manejo que interfiere en el resultado físico y económico de una pastura. Esta se expresa como la presión de pastoreo (Chilibroste et al., 2005). Con ajustes en la carga animal y el método de pastoreo se pueden lograr altas conversiones de pasto en producto animal (Escuder, citado por Cangiano, 1996). Por otra parte altas cargas pueden causar un efecto negativo en la tasa de crecimiento de la pastura debido al efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas; así mismo el aumento de la presión de pastoreo evita la acumulación de restos secos afectando de manera positiva la tasa de crecimiento de las pasturas. (Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al., 2005).

Con altas disponibilidades de forraje, el consumo estará determinado por características de la pastura a través de la distensión ruminal o mecanismos metabólicos en casos de pasturas de alta calidad. Si la disponibilidad es baja el consumo estará determinado por el comportamiento ingestivo, ya que el peso del bocado se verá limitado y cambiará la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo. Misma situación se puede observar en casos de alta disponibilidad pero con problemas de accesibilidad (Cangiano, 1996).

Las características de la pastura también afectarán las ganancias de peso a través del efecto que tienen sobre el consumo de nutrientes y del costo energético que tiene el animal para lograr dicho consumo. Algunas de esas características son: disponibilidad, composición botánica, estructura, relación tallo/hoja, estado fenológico, etc. (Guerrero et al., citados por Almada et al., 2007).

Según Reid, citado por Fernández y Foglino (2009), el consumo tiene más influencia por unidad de peso que el valor nutritivo al momento de explicar la ganancia. Según el autor la respuesta animal en niveles de calidad creciente es explicada en un 90 % por el consumo y tan solo en un 10% por el valor nutritivo por unidad de peso.

2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL

La producción de carne depende de la cantidad y la calidad del forraje ofrecido y de la eficiencia en que es utilizado, es decir la proporción de lo ofrecido que es consumido (Raymond, 1964).

El factor principal que determina el producto animal de una pastura es el consumo de nutrientes. Los animales, generalmente, seleccionan forraje de valor nutritivo más alto que el promedio del forraje disponible (Frame, 1982).

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta el productor es que cuando las pasturas tienen la máxima calidad nutritiva en etapas iniciales (estado vegetativo) tienen la menor cantidad de forraje producida; lo inverso ocurre en etapas avanzadas de desarrollo (estado reproductivo). La situación ideal parece ser al momento en que se cruzan la curva de digestibilidad (indicador de calidad), con la curva de rendimiento de materia seca, este momento se da en torno a la floración (Rovira, 2008).

Cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles, el consumo de pastura es sin duda el componente principal a tener en cuenta. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción con la eficiencia con que la digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, 1986).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y la producción por hectárea (Mott, citado por Langer, 1981). Siempre que la producción individual no descienda por debajo de un nivel razonable, un aumento en la dotación produce un aumento en la producción de carne por hectárea, debido a que los rumiantes utilizan más eficientemente la materia seca disponible ante menores posibilidades de selección de la dieta (Hutton, citado por Smethan, 1981).

2.4.1 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

La performance animal y el consumo de forraje aumentan a medida que aumenta la altura y disponibilidad de la pastura, relacionado con la facilidad con que los animales cosechan el forraje maximizando la tasa de consumo. Esta relación se ve afectada por el tipo de pasturas donde los animales pastorean (Montossi et al., 1996).

En condiciones de pastoreo el consumo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (gramos/minuto) y el tiempo de pastoreo efectivo (minutos). La tasa de consumo, a su vez, puede ser descompuesta como el producto entre la tasa de bocados (bocados/minuto) y el peso de cada bocado individual (gramos, Allden y Whittaker, citados por Agustoni et al., 2008).

El peso de cada bocado se compone a su vez del volumen del forraje cosechado por el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. El volumen cosechado en un bocado individual va a ser resultado de la profundidad de pastoreo (plano vertical) y del área que el animal es capaz de cubrir con la lengua (Chilibroste, 1998).

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo (Cangiano, 1996). En la misma se puede distinguir una parte ascendente, donde la característica que limita el consumo es la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales). Este comportamiento ingestivo incluye el tiempo de pastoreo (minutos por día), la tasa de bocado (bocados por minuto) y el peso de bocado (gramos), y es afectado por la selección de la dieta y la estructura de la pastura. Por otro lado, en la parte asintótica de la curva, los factores que empiezan a determinar el consumo son nutricionales, como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos, considerando la oferta de forraje como no limitante.

Los sistemas intensivos de pastoreo fuerzan la ingestión de fracciones con baja disponibilidad, lo que repercute en la producción animal (Minson, 1983). Según Mott (1960) la ganancia de peso vivo por animal disminuye cuando la carga aumenta. Aumentos en la cantidad de forraje asignado cada 100 kg PV/día genera aumentos en la ganancia de peso por animal. La ganancia por hectárea en cambio, aumenta con disminuciones en la cantidad de forraje asignada cada 100 kg PV/día, hasta cierto punto a partir del cual disminuye.

En diferentes trabajos se constató la existencia de una relación positiva entre ganancia de peso vivo y disponibilidad de forraje (Chacon et al., Marsh et al., citados por Agustoni et al., 2008).

Según Hodgson (1990), los animales responden más consistentemente ante variaciones en la altura del tapiz que en la disponibilidad del mismo, siendo la medición

de la altura más fácil y de menor costo. El forraje rechazado o la altura del remanente o la eficiencia de utilización de forraje son parámetros más útiles que la disponibilidad ofrecida como para predecir el consumo de forraje y el desempeño animal. A su vez la altura de forraje tiene una mayor influencia sobre los componentes del comportamiento ingestivo (peso, profundidad y volumen de bocado), y por lo tanto sobre el consumo, respecto a la densidad del forraje o la disponibilidad.

2.4.2 Relación asignación de forraje-consumo

La producción animal, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes, es afectada a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura, donde el consumo es muy sensible a cambios en la fitomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en esta tendrá gran efecto (Cangiano, 1996).

Al aplicar diferentes asignaciones de forrajes existen cambios en la calidad de lo que los animales consumen debido a que se restringe o aumenta la posibilidad de selección (Dalley et al., 1999). Wales et al. (1998) encontraron que los animales en general seleccionan con altas asignaciones dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menores niveles de fibra detergente neutro en relación a bajas asignaciones de forraje.

En situaciones donde el forraje está compuesto de hojas de relativa alta calidad y tallos de menor valor nutritivo, al aumentar la presión de pastoreo puede lograrse una mayor eficiencia de cosecha, pero la misma se lograra obligando a los animales a consumir una mayor proporción de tallos en su dieta, por lo tanto se resentirá la producción. Frasinelli, citado por Escuder (1996), trabajando con alfalfa, observó que a medida que la oferta de forraje disminuía y, fundamentalmente, frente a un menor contenido de hojas, la respuesta de los animales fue aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados, pero disminuyendo el peso de los mismos y el consumo, lo que provocaría una disminución en la producción. Este tipo de respuesta es similar a la encontrada por Chacon y Stobbs, Hodgson, citados por Escuder (1996), con otras especies, por lo que se puede asumir que este comportamiento es válido en cualquier tipo de pastura.

Datos de Rovira (2005) muestran que novillos Hereford y cruza Aberdeen Angus de 317 kg en promedio, pastoreando una pradera de 2°. año de *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata* en el período noviembre – enero, con asignación de forraje diaria promedio de 5,0, 9,0 y 15,0 % del peso vivo, obtuvieron GMD individuales de 0,85, 1,096 y 0,990 kg/a/d respectivamente, logrando producciones de 161, 141 y 99 kg/ha de PV en el mismo orden.

Agustoni et al. (2008) trabajando sobre una pradera de 2°. año, compuesta de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, durante invierno-primavera, con animales sometidos a asignaciones de forraje de 6 kg MS/100 kg PV, donde tienen la

posibilidad de seleccionar una dieta de alta calidad, consumiendo bajas cantidades de forraje lo que le permite obtener altas ganancias (1,450 kg/a/día), obteniéndose así producciones de carne entorno a los 530 kg/ha.

Sobre una pastura perenne de primer año pastoreada con novillos Holando, Fernández y Foglino (2009) obtuvieron ganancias de 2 kg/a/día y una ganancia total de 165 kg/a en el período analizado con una asignación de forraje de 6% (6 kg MS/100 kg de PV) que es una asignación en la que se logra buena productividad animal y de la pastura. La producción total de carne por hectárea fue de 406 kg.

Abud et al. (2011) reportaron para una pastura compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, durante el período estivo-otoñal, al finalizar su primer año, producciones de 187,5 kg/ha de peso vivo, y 1,26 kg/a/día, cuando fueron manejados novillos Holando, con una asignación de forraje de 10,5% del PV. En tanto Bianchi et al. (2012) para el mismo periodo y mezcla, obtuvieron 178 kg de PV/ha, y 0,80 kg/a/día, manejados con una asignación de forraje de 2,4% del PV.

Trabajos realizados en la EEMAC por López et al. (2013), trabajando sobre la mezcla dactylis con alfalfa en su primer año de vida, durante en el período invierno primaveral, con ofertas de forraje de 6,7 % del peso vivo para animales de raza Holando, obtuvieron ganancias de 0,95 kg/a/día y 409 kg/ha de carne. En tanto Bianchi et al. (2012) obtuvieron 275 kg/ha PV, y 1,2 kg/a/día para el período estivo-otoñal, sobre la misma mezcla al finalizar su primer año de vida, manejados con una asignación de forraje de 4,9% del PV. Por otra parte Capandeguy y Larriera (2013) para la misma mezcla, en su primer verano y segundo otoño de vida, con asignaciones de forraje de 2 % del peso vivo para animales de raza Holando, obtuvieron ganancias de 0,90 kg/a/día y una producción de carne por hectárea de 498 kg. Por último, Molinelli et al. (2014) sobre esta mezcla en su segundo verano y tercer otoño de vida obtuvieron bajo asignaciones del 10% del PV ganancias de 0,44 kg/a/d y una producción de 128 kg/ha PV.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), en el potrero No. 32b localizado a 32°22'29,70'' de latitud sur y 58°03'36,43'' de longitud oeste; durante el período comprendido entre el 9 de julio y el 11 de diciembre del año 2014, sobre dos mezclas forrajeras en su cuarto año de vida con dos fechas distintas de siembra.

3.1.2 Información meteorológica

El Uruguay, presenta un clima templado a sub tropical (Durán, 1985), con un régimen de precipitaciones isohigro donde el promedio anual de precipitaciones ronda los 1200 mm.

Como indica Corsi, citado por Olmos (2001), las temperaturas medias en el país oscilan entre 16°C para el sureste y 19°C para el norte. Enero, el mes más cálido, presenta temperaturas que oscilan entre 22 y 27 °C, mientras que en julio (el mes más frío) las temperaturas oscilan entre los 11 y 14°C para el sureste y el norte respectivamente.

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa), en asociación con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca. Según la clasificación de suelos Soil Taxonomy, los mismos pueden ser caracterizados como Argiduoales típicos, encontrándose Natruduoales como suelos asociados.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

La pastura fue sembrada sobre un rastrojo de *Digitaria sanguinalis* (Digitaria) y sobre un rastrojo de sorgo híbrido (sorgo forrajero), ambos con infestaciones de *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense*. El sorgo provenía de un verano seco, en el cual se implantó mal, por lo que el efecto esperado de este rastrojo no fue estadísticamente significativo. Ambos antecesores recibieron una primera aplicación de glifosato el 25 de abril de 2011 y una segunda el 15 de mayo de 2011.

La primera siembra se realizó el día 17 de mayo de 2011, contando con 22 días de barbecho, donde ambas mezclas se sembraron sobre ambos rastrojos. Las densidades de siembra utilizadas para la primer mezcla fueron 13,40 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, 2,40 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapican, y 5,60 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. En la segunda mezcla se utilizaron 11,3 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo y 11,9 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná.

La segunda fecha de siembra contó con 50 días de barbecho, se realizó el 14 de junio, donde también ambas mezclas fueron sembradas sobre ambos rastrojos. La primer mezcla fue sembrada a razón de 16,1 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, 2,50 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapican, y 5,90 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. Para la segunda mezcla se utilizaron 11,80 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo y 14 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná.

Las gramíneas fueron sembradas en surco a 19 cm entre líneas, a 1,5 cm de profundidad y las leguminosas al voleo. A la siembra se fertilizó al voleo con 100 kg/ha de 18-46/46-0 (fosfato de amonio), y se refertilizó el 23 de agosto con 100 kg/ha de urea (46-0-0).

Seguidamente el día 22 de agosto se aplicaron 350 cc/ha de Flumetsulam y 1.2 l/ha de 2,4 DB-éster con el fin de controlar el enmalezamiento diverso y significativo presente.

El día 15 de abril de 2012 se refertilizó con 150 kg/ha de 7-40/40-0, seguido de fertilizaciones de 70 kg/ha de urea en los meses de mayo y agosto del mismo año.

Por último en el mes de junio del año 2014 se pasó la rotativa y se aplicaron 70 kg de Urea (46-0/0-0) por hectárea.

3.1.5 Tratamientos

El experimento se compone de cuatro tratamientos cada uno con su repetición, el período evaluado fue desde el 9 de julio al 11 de diciembre de 2014.

Los tratamientos son:

- 1) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* sembrado temprano.
- 2) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* sembrado temprano.
- 3) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* sembrado tarde.
- 4) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* sembrado tarde.

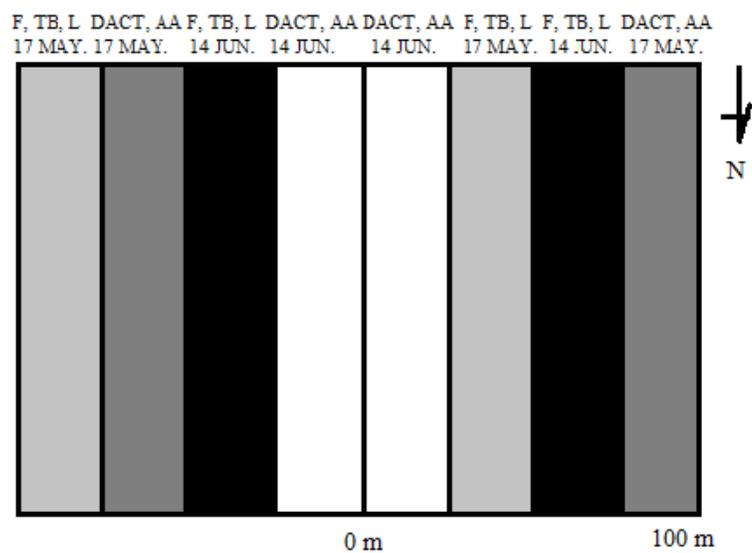
El pastoreo en cada tratamiento fue realizado con 3 novillos de la raza Holando de más de 2 años de edad, siendo en total 6 animales. Al inicio del primer pastoreo los animales pesaban en promedio 326 kg, estos fueron asignados al azar a cada tratamiento comenzando el mismo el 9 de julio.

Las dotaciones para ambos tratamientos fueron de 1,56 novillos/ha. El método de pastoreo fue rotativo utilizando una frecuencia de 20 a 25 cm de altura y una intensidad de entre 5,0 a 7,5 cm; el cambio de parcela se realizaba cuando el primer pastoreo alcanzara los 7 cm aprox.

3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es el de bloques completos al azar generalizados, donde los tratamientos fueron dispuestos en un arreglo factorial de dos por dos. El área experimental comprende 3,84 ha, divididas en dos bloques iguales. En cada uno de ellos están representadas las dos mezclas y fechas de siembra, quedando definidos los cuatro tratamientos y sus dos repeticiones. Cada parcela consta de 0,48 ha.

Figura No. 1. Diseño y ubicación del sitio experimental



3.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

3.2.1 Descripción de las variables

3.2.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca

La disponibilidad de materia seca se define como la cantidad de materia seca presente al inicio de cada pastoreo, y es medida en kg/ha. El rechazo o remanente refiere a la cantidad de materia seca (kg/ha) que queda luego de cada pastoreo.

El método utilizado para cuantificar disponibilidad fue el de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). Este método de muestreo se basa en un corte reducido de muestras cuyas características de rendimiento son relacionadas por apreciación visual a un número determinado de muestras en las parcelas.

Mediante el método mencionado y por apreciación visual se realizó una escala de 10 grados de disponibilidad (de menor a mayor disponible) y utilizando rectángulos de 20*50 cm se realizaron cortes a ras de suelo; previo al corte se cuantificó la altura de forraje así como también la composición botánica de cada unidad de muestreo.

Las muestras de forraje obtenidas en todos los muestreos se pesaron para obtener el peso fresco y luego se secaron en la estufa durante 48 horas a 60°C para determinar el peso seco de las mismas.

Con los datos obtenidos luego del secado, se procedió al cálculo de disponibilidad de forraje por hectárea. Para el mismo se procedió al ajuste de una ecuación de regresión entre las variables altura de la pastura (cm) y materia seca (kg/ha), de esta manera se ajustó la mejor función a utilizar para calcular disponibilidad. Este valor de disponible surge de sustituir los promedios de altura para cada parcela en la correspondiente incógnita de la función. Todos los pasos detallados anteriormente fueron los mismos que se siguieron para el cálculo de los remanentes por parcela.

3.2.1.2 Altura del disponible y del remanente

Para el cálculo de la altura se realizaron 30 observaciones sistemáticas (cada 10 pasos) en cada parcela, dentro del rectángulo de 20*50cm se medía al azar el punto de contacto de la regla con la hoja más alta. La altura de la parcela queda definida con el promedio de las 30 observaciones, siendo realizadas previo al ingreso y posterior salida de los animales.

En las muestras realizadas para calcular la biomasa disponible y remanente la altura de cada muestra surge de promediar tres medidas dispuestas en diagonal dentro del rectángulo (dos en los extremos y una en el centro).

3.2.1.3 Producción de forraje

La producción de forraje (kg/ha MS) se determinó a través de la diferencia entre el forraje disponible al inicio del pastoreo y el remanente del pastoreo anterior a su vez ajustado por la tasa de crecimiento durante los días de pastoreo.

3.2.1.4 Tasa de crecimiento promedio

La tasa de crecimiento promedio de la pastura (kg/ha/día MS) se calculó como el cociente entre la producción de forraje entre dos pastoreos sucesivos y los días transcurridos entre los mismos.

3.2.1.5 Composición botánica

Se define como la participación porcentual de cada fracción: gramíneas y leguminosas, restos secos y malezas, en la pastura. Se obtuvo mediante el promedio de 30 observaciones por parcela utilizando un rectángulo de 20*50cm. El porcentaje de cada fracción se determinó por apreciación visual de la biomasa presente realizando las observaciones al inicio y a la salida de cada pastoreo.

3.2.1.6 Suelo desnudo

Es la participación porcentual de la fracción suelo desnudo en la pastura, se determinó mediante apreciación visual al igual que el resto de las fracciones.

3.2.1.7 Forraje desaparecido

Se refiere a la cantidad de materia seca que desaparece durante el pastoreo, se calcula como la diferencia entre el forraje disponible y el remanente.

3.2.1.8 Peso de los animales

El peso de los novillos se determinó mediante balanza electrónica, las pesadas se realizaron los días: 9 de julio, 15 de agosto, 20 de octubre y 11 de diciembre.

3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje queda definida como los kilos de materia seca disponible por día cada 100 kilos de peso vivo de los animales.

3.2.1.10 Ganancia de peso media diaria

Es la ganancia diaria por animal (g/día) promedio para el período de pastoreo. Se calculó dividiendo la producción de PV (kg) durante el período experimental (PV final menos PV inicial) sobre los días de pastoreo (días).

3.2.1.11 Producción de peso vivo por hectárea

Es el peso vivo producido por hectárea durante todo el período de pastoreo (kg/ha PV). Para cada tratamiento se calculó utilizando los kilos de peso vivo producidos durante los días pastoreo y se dividió por el área respectiva de cada tratamiento.

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

_La mezcla de festuca con leguminosas produce mayor cantidad de forraje que la mezcla de dactylis con alfalfa.

_Existen diferencias significativas en la producción de forraje entre las distintas fechas de siembra.

_Existe algún tipo de interacción entre mezcla y fecha de siembra.

_Festuca en mezcla con leguminosas produce más kilos de peso vivo por hectárea que la mezcla de dactylis con alfalfa.

3.3.2 Hipótesis estadísticas

Ho: $M1=M2$

Ha: $M1 \neq M2$

Ho: $F1=F2$

Ha: $F1 \neq F2$

Ho: existe interacción $M * F$

Ha: no existe interacción $M * F$

M= mezcla

F= fecha de siembra

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información recabada se procesó mediante el software estadístico INFOSTAT, las variables medidas se las analizó por medio del análisis de varianza y en el caso de encontrarse diferencias significativas se realizó la prueba de LSD-Fisher al 10% para determinar la mínima diferencia significativa entre tratamientos

3.4.1 Modelo estadístico

- Modelo de producción vegetal

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + F_j + (M * F)_l + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y corresponde a la variable de interés.

μ es la media general.

M_i es el efecto de la i -ésima producción de la mezcla $i=1,2$.

F_j es el efecto de la j -ésima fecha de siembra $j=1,2$.

$M * F$ es la interacción mezcla por fecha de siembra $l=1,2,3,4$.

β_k es el efecto de k -ésimo bloque $k=1,2$.

ε_{ijk} es el error experimental.

- Modelo de producción animal

$$Y_{ie} = \mu + P_i + T_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y corresponde a la variable de interés.

μ es la media general.

P_i es la covariable del peso inicial $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$.

T_j es el efecto del e-ésimo tratamiento $j=1, 2, 3, 4$

ε_{ij} es el error experimental.

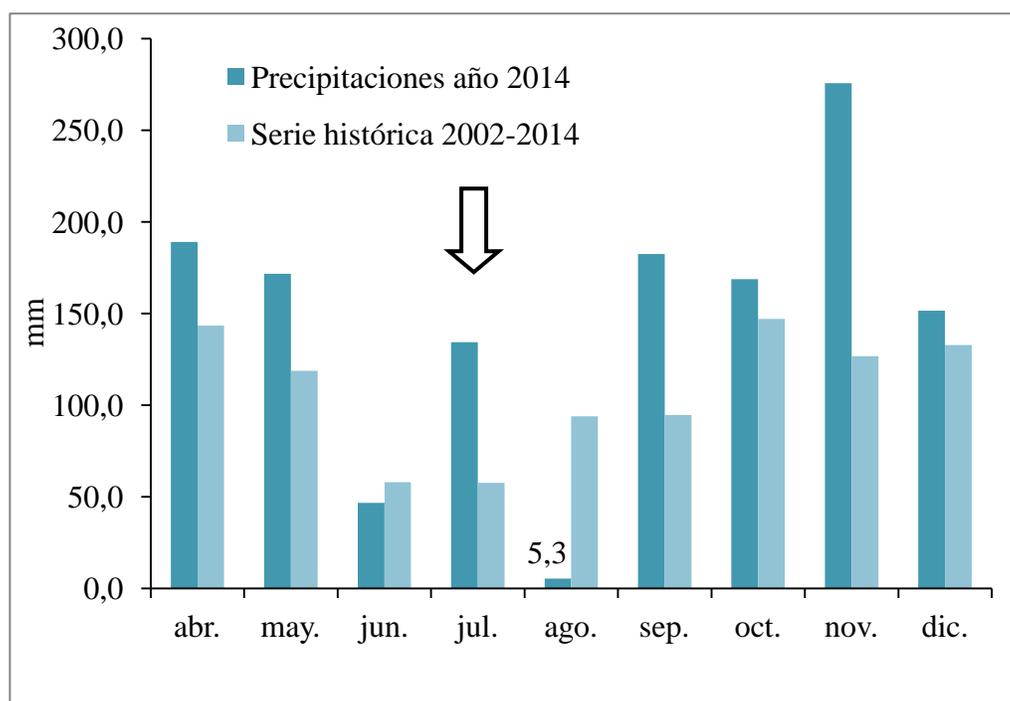
En el análisis estadístico del desempeño animal se consideraron los registros de los 6 animales, cada uno fue considerado como una unidad experimental independiente. Las variables estudiadas fueron peso vivo, donde se ajustó por peso inicial como covariable, en cada toma de registro se realizó el estudio estadístico mediante análisis de varianza y diferencias de medias utilizando el software estadístico INFOSTAT.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

A continuación se presentarán y compararán los datos de precipitaciones y temperatura desde julio a diciembre de la serie histórica 2002-2013, con los datos de los meses comprendidos entre julio y diciembre del año 2014 (año en que se realizó el experimento).

Figura No.2. Régimen de precipitaciones mensual ocurridas desde abril a diciembre de 2014 vs. promedio mensual de la serie histórica 2002-2014.



En la figura se puede distinguir al mes de agosto notoriamente como el mes de menos lluvias del período en análisis con precipitaciones casi nulas (5 mm). Caso contrario ocurrió en los meses de julio, setiembre y noviembre en los que llovió casi el doble o más que en el promedio de la serie histórica para estos meses. El mes en que se registró mayor pluviometría fue noviembre con 276 mm. Por otra parte los meses de octubre y diciembre tuvieron registros levemente superiores al promedio de la serie histórica.

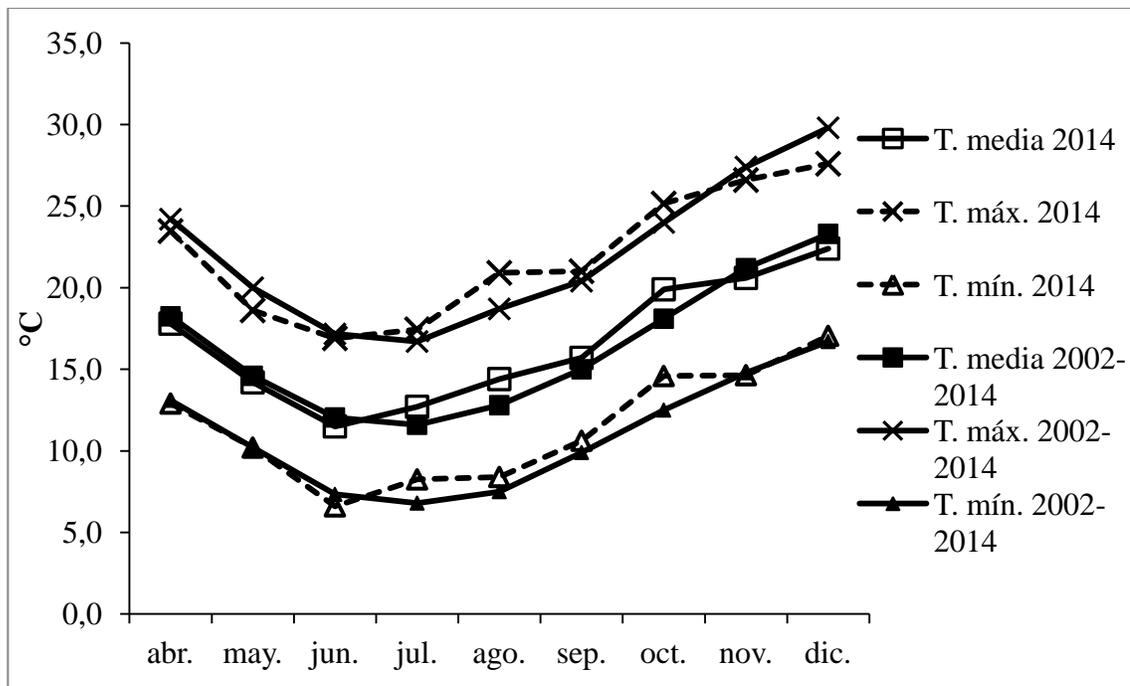
Si se suma el total de precipitaciones en el año de estudio es netamente superior a la suma de precipitaciones promedio de la serie histórica. Sumando un total de 918 mm en el período estudiado mientras que el mismo valor para la serie histórica es de 654 mm. Por lo que en el período en estudio llovieron 264 mm más que el promedio para los 12 años anteriores.

Si bien hubo precipitaciones puntuales elevadas el máximo registrado fue de 83,3 mm, con este dato y observando detalladamente las lluvias se puede afirmar que el régimen hídrico del experimento fue muy bueno con lluvias de pluviometrías no muy elevadas (40 mm) bien distribuidas a lo largo del periodo, exceptuando de este análisis al mes de agosto.

Teniendo en cuenta que la probabilidad de evapotranspiraciones altas en el mes de agosto del período es muy baja, debido a humedades relativas elevadas (+ de 70 %), temperaturas máximas relativamente bajas (21 °C) y velocidad del viento baja (menor a 7 km/hora), sumado lo mencionado al régimen de lluvias del periodo es muy probable que la pastura no haya sufrido déficits hídricos en el período de análisis; esto ayuda a explicar en parte los buenos resultados obtenidos en la producción de forraje y carne más adelante analizados.

En lo que refiere a temperatura, en la siguiente figura se distingue claramente que las temperaturas máximas, mínimas y medias del experimento tienen una curva similar a las obtenidas de la serie histórica.

Figura No. 3. Promedio mensual de temperaturas máximas, mínimas y medias del año 2014 y de la serie histórica 2002-2014



Si se observa en detalle se puede afirmar que la temperatura en el año en estudio fue más homogénea que en la serie histórica, en los meses de invierno las temperaturas del año 2014 son levemente superiores mientras que hacia fin de primavera son levemente inferiores a las de la serie histórica.

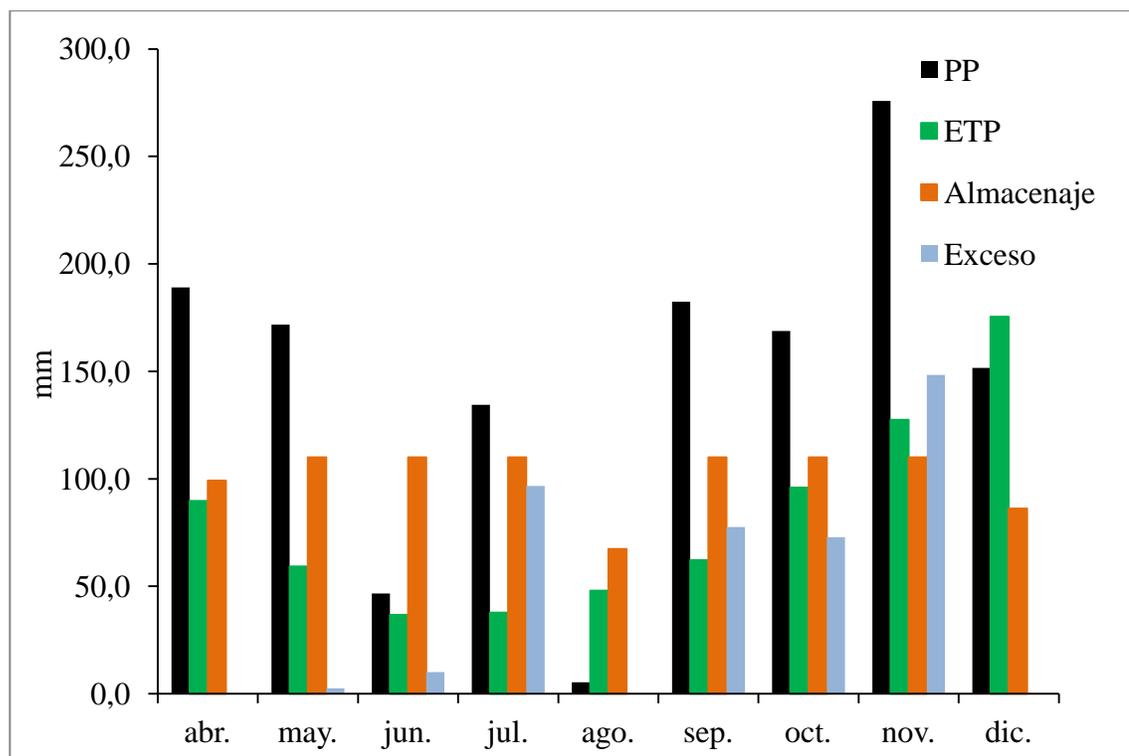
Por otra parte en el mes de agosto en el año del experimento se obtuvo una máxima sensiblemente superior con una diferencia de 3 °C (21 °C vs 18 °C), algo similar ocurre con la mínima del mes de octubre donde la diferencia también es de 3 °C (15 °C vs 12 °C).

La temperatura media del experimento fue un grado Celsius superior a la media de los meses comprendidos entre julio y diciembre de la serie histórica (18 °C vs 17 °C). Si se piensa en esta temperatura sin observar máximas ni mínimas vemos condiciones ideales para el crecimiento de plantas como las sembradas en el experimento (todas C3), donde las condiciones óptimas para crecimiento son de 15 a 20 °C (Carámbula y Santiñaque, 1981).

Con un simple balance hídrico como el que se presenta más abajo puede apreciarse claramente lo que ya se mencionaba en el análisis de las precipitaciones, exceptuando al mes de agosto y diciembre, el resto de los meses se presentan con exceso hídrico, donde las necesidades de las plantas fueron más que cubiertas por las lluvias

ocurridas, o en caso de que no fuera así – diciembre- las reservas de agua del suelo pudieron cubrir los requerimientos holgadamente.

Figura No.4. Balance hídrico mensual del período abril-diciembre de 2014.



Para finalizar las condiciones climáticas en general fueron favorables para el desarrollo del experimento: sin déficit hídricos, con temperaturas acordes a los requerimientos de las especies sembradas y sin heladas meteorológicas (no se registraron temperaturas menores a los 0 °C en el experimento).

4.2 PARÁMETROS DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos, comenzando en primera instancia con los relacionados a la pastura.

4.2.1 Forraje disponible

En el siguiente cuadro se presenta el forraje disponible promedio en kg/ha MS (kg de materia seca disponibles previo a cada pastoreo), para el período del experimento y para cada tratamiento.

Cuadro No.6. Disponibilidad promedio de materia seca en kg/ha para cada tratamiento.

Tratamiento	Disponibilidad (kg/ha MS)
Festuca temprano	2020,4 a
Dactylis temprano	1983,4 a
Dactylis tarde	1909,5 a
Festuca tarde	1881 a

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

Como se aprecia en el cuadro no se encontraron diferencias significativas en el forraje disponible entre los tratamientos, situándose el promedio en 1948,5 kg/ha MS. Es probable que no haya diferencias debido a que los datos son promedio de todo el experimento, lo cual abarca dos épocas del año muy diferentes: invierno y primavera.

Si se analizan por separado los tratamientos mezclas (Festuca vs. Dactylis) y fecha de siembra (temprano vs tarde) tampoco hay diferencias significativas.

Las épocas invierno (meses de julio y agosto) y primavera (setiembre a noviembre) si son diferentes estadísticamente cuando se compara la disponibilidad, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro No.7. Disponibilidad promedio de materia seca en kg/ha para dos época en estudio.

Época	Forraje disponible (kg/ha MS)
Invierno	1833,7 b
Primavera	2063,3 a

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

Esta diferencia es esperable siendo que hacia la primavera mejoran las condiciones ambientales para el crecimiento de las pasturas, aunque en términos relativos la diferencia se ubica en tan solo 230 kg/ha MS disponibles. El promedio de disponibilidad obtenido en invierno (1834 kg/ha de MS) fue superior al obtenido por Rodríguez y Sicilia (2016) para el mismo año de evaluación, el cual fue de 1500 kg/ha de MS en invierno en la mezcla festuca, trébol blanco y lotus de 4to. año.

4.2.2 Altura de forraje disponible

El siguiente cuadro muestra la altura del disponible promedio para el experimento, es decir la altura previa al ingreso de los animales a pastorear. Tal como se nombra en la revisión bibliográfica cuando se describen las diferentes especies las alturas promedios de ingresos se encuentran entre 15 y 20 cm. Las especies sembradas que requieren mayores alturas de ingreso para no comprometer su rendimiento son alfalfa y lotus con 20 a 25 cm de ingreso según Carámbula (2002a), Rebuffo (2005), estas especies son estivales por lo que en la época en estudio difícilmente lograrían estas alturas.

Cuadro No.8. Altura del disponible promedio para cada tratamiento.

Tratamiento	Altura del disponible (cm)
Festuca temprano	17,1 a
Dactylis temprano	16,6 ab
Festuca tarde	15,8 bc
Dactylis tarde	15,5 c

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

Tal como muestra el cuadro se encontró diferencias significativas entre tratamientos, la festuca sembrada en mayo logró alturas superiores a ambas mezclas sembradas en junio, mientras que el dactylis sembrado temprano tuvo altura de ingreso superior a la misma mezcla sembrada un mes después. En los siguientes cuadros queda demostrado cuando se analizan por separado las mezclas y las fechas de siembra que este último tratamiento es quien genera las diferencias en altura. Si recordamos que los kilogramos de MS disponibles no tenían diferencias significativas podemos inferir que las diferencias de altura se deben a diferentes formas de crecimiento, las de fechas tempranas tienen mayor porcentaje de gramíneas y leguminosas, las malezas encontradas no eran de gran altura por lo que las siembras tardías tienen menores alturas del disponible.

Cuadro No.9. Altura disponible según mezcla (cm).

Tratamiento	Altura del disponible
Festuca	16,4 a
Dactylis	16,0 a

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

Cuadro No.10. Altura disponible según fecha de siembra (cm).

Tratamiento	Altura del disponible
Temprano	16,8 a
Tarde	15,6 b

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

Capandeguy y Larriera (2013) trabajando en esta misma pradera, en el segundo año de vida obtuvieron para la mezcla dactylis alfalfa 25 cm de altura del disponible y para la otra mezcla 18 y 12 cm para siembras tempranas y tardías respectivamente. Que en este caso la altura se encuentre en torno a los 16 cm se debe principalmente a la mayor edad de la pastura y a que el experimento se evaluó en invierno y primavera, sobretodo la mezcla dactylis alfalfa difícilmente llegue a los 25 cm en invierno y primavera temprana. Las plantas a medida que avanza su edad se hacen más postradas, las gramíneas forman matas a partir de macollos sobre todo la festuca. Zanoniani et al. (2006) recomiendan frecuencias de entre 15 y 20 cm para este tipo de mezclas.

En los trabajos realizados por López et al. (2013), Capandeguy y Larriera (2013), se obtuvieron diferencias significativas en las diferentes mezclas, obteniendo mayores alturas de ingreso en la mezcla compuesta por dactylis y alfalfa, esto se debe a que la alfalfa es más erecta que las leguminosas de la otra mezcla y logra mayores alturas siendo acompañada por el dactylis. En este caso no se presentan diferencias significativas debido a la edad de la pastura, ya que los trabajos mencionados anteriormente refieren a pasturas de segundo año y en épocas que favorecieron el crecimiento en altura de ambas especies. López et al. (2013), obtuvieron 18,4 cm promedio para la mezcla dactylis y alfalfa mientras que para la mezcla festuca, blanco y lotus obtuvieron 15,1 y 10,8 cm para siembras tempranas y tardías en primavera.

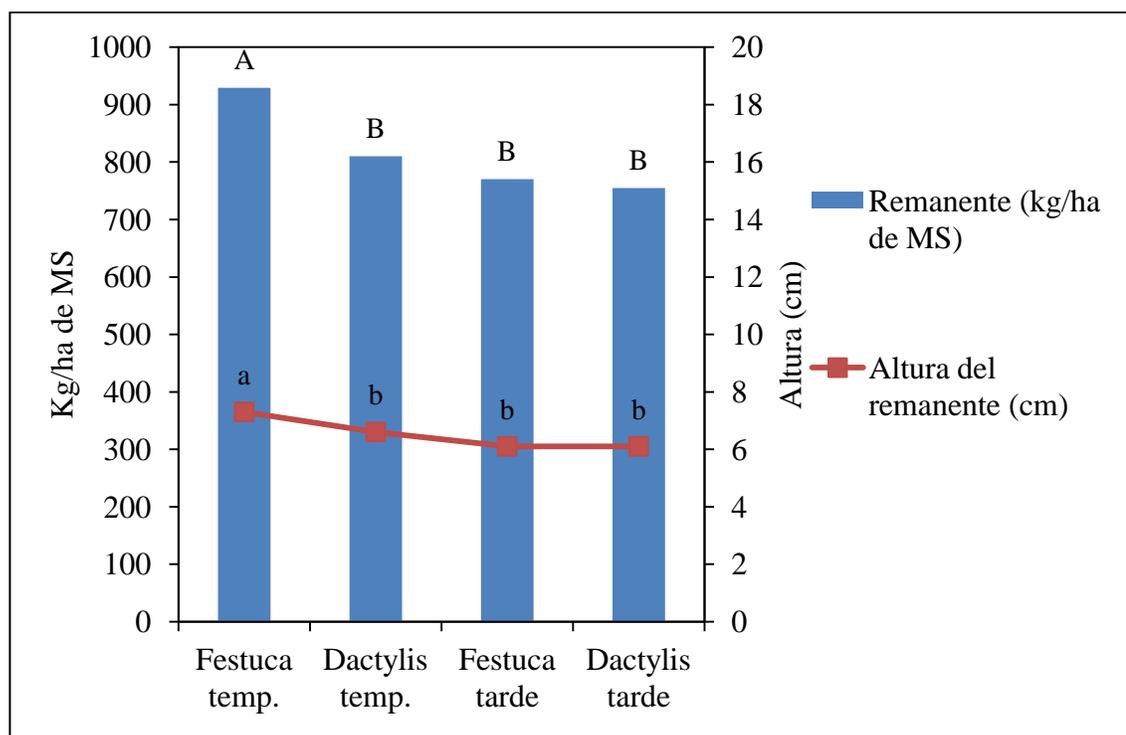
Otro aspecto por el cual la altura del disponible se encontró cerca del límite inferior de rango propuesto por Zanoniani et al. (2006), es que el experimento se realizó en invierno, las especies utilizadas que normalmente dan mayores alturas de pastoreo son alfalfa y lotus, las cuales son estivales. Por lo tanto no se encontraban en su época de mayor desarrollo y crecimiento como para lograr mayores alturas.

Para finalizar se puede concluir que las mezclas que crecieron en un mejor ambiente, suponiendo esto debido a que se sembraron más cerca de la fecha recomendada, tienen mayores alturas disponibles debido a menores niveles de estrés desde su crecimiento inicial, además de un mejor anclaje al suelo y mayor exploración radicular, mejor implantación, mejor sobrevivencia, mayor competencia frente a malezas lo que lleva a una mejor composición botánica en la vida de la pradera.

4.2.3 Forraje remanente

En la siguiente figura se muestran los resultados de los kilogramos de MS del remanente promedio y la altura del mismo.

Figura No.5. Forraje remanente (kg/ha MS) y altura del remanente (cm) promedio para cada tratamiento.



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

En la figura anterior se puede observar una correlación entre la altura y kilogramos de MS remanente a diferencia de lo que sucedía con el disponible. Hay diferencias significativas tanto en kilogramos de materia seca como en altura en los que la festuca temprano tiene un mayor remanente en kilogramos y mayor altura. El resto de los tratamientos no son diferentes estadísticamente. Por otra parte, se observan alturas de remanente dentro de las recomendadas por Carámbula (2002b), Agustoni et al. (2008), Fernández y Foglino (2009), los cuales recomiendan entre 5 y 7,5 cm de remanente.

Cuadro No.11. Forraje remanente según mezcla.

Tratamiento	Remanente (kg/ha MS)
Festuca	850 a
Dactylis	783 b

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

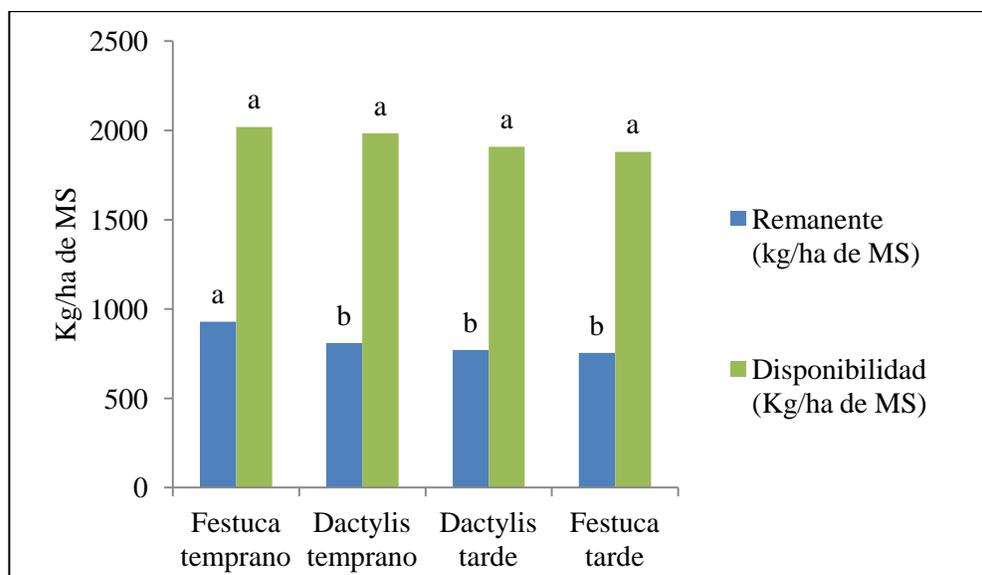
Cuando se analizan las mezclas independientemente de la fecha de siembra la mezcla festuca, blanco y lotus deja mayor forraje remanente. Esto se puede explicar debido a que la festuca y el trébol blanco son de crecimiento más postrado que las especies de la otra mezcla, por lo tanto concentran más kilogramos en los estratos inferiores en donde a los vacunos se les vuelve más dificultoso el pastoreo. Las fechas de siembra también son diferentes significativamente, siendo superior la fecha de siembra temprano (870 kg/ha MS a vs. fecha de siembra tarde 763 kg/ha MS b), esto se debe, en parte, a la mayor producción de materia seca lo cual genera mayores rechazos.

Si bien en la altura del remanente hubo diferencias significativas se constata que no es superior a 1 cm, esto se debe a que fue una variable utilizada para el manejo. Por otra parte, los animales consumieron hasta estas alturas en todos los tratamientos, sin dejar rechazos que demostraran alturas superiores.

4.2.4 Forraje desaparecido

En el gráfico de la siguiente figura se muestra la diferencia entre el disponible previo al pastoreo y el forraje remanente luego del pastoreo, ambos son promedios para los tratamientos. La diferencia entre ambos es el forraje desaparecido en el pastoreo, principalmente consumido por los animales.

Figura No.6. Forraje disponible y forraje remanente para cada tratamiento.



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

Cuadro No.12. Forraje desaparecido promedio por tratamiento durante todo el período.

Tratamiento	Forraje desaparecido (kg/ha MS)
Dactylis temprano	1172,9 a
Dactylis tarde	1154,5 a
Festuca tarde	1110,9 a
Festuca temprano	1090,9 a

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

La figura No.6 muestra de una manera ilustrativa el forraje desaparecido mientras que el cuadro le pone números y análisis estadístico. Como se puede observar no hay diferencias significativas entre tratamientos, es decir con un 90% de certeza se puede afirmar que en todos los casos el forraje consumido es similar.

Analizando más en detalle, si bien no hay diferencias cuando se comparan las mezclas y las fechas de siembra por separado, se observa una tendencia (p-valor 0,125) a mayores consumos en la mezcla dactylis y alfalfa, afirmando esto hay mayor probabilidad de cometer error de tipo II.

Por otra parte, cuando se analizan por separado el invierno de la primavera se observan datos interesantes y con diferencias significativas. Por ejemplo, en el invierno cuando las condiciones de crecimiento de la pasturas son peores los mayores consumos

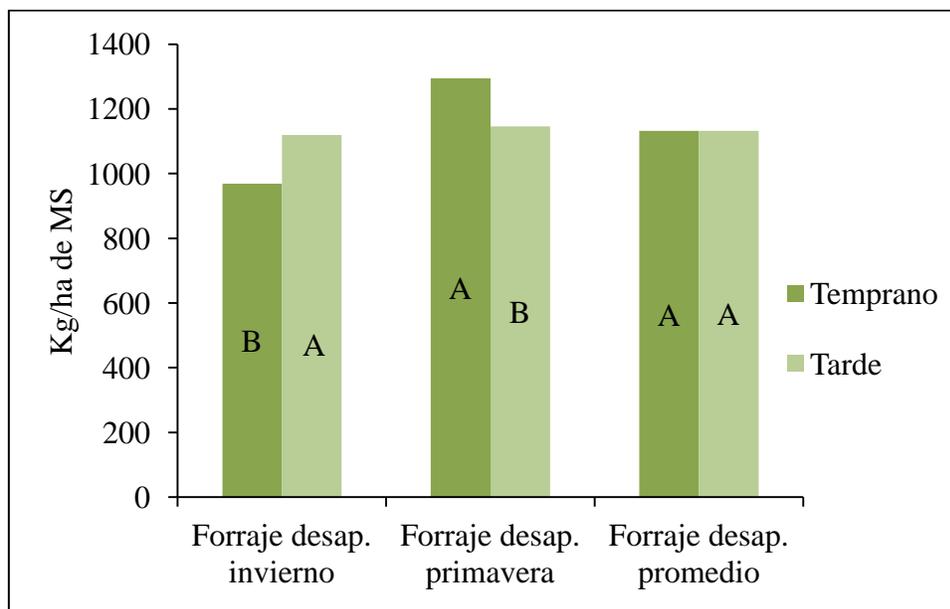
se dieron en la fecha de siembra tarde. Esto puede deberse a la oferta de forraje, debido a que esta era menor en las fechas de siembra tarde. Lo más probable es que al disminuir la oferta de forraje el animal halla ingerido partes de las plantas que en el caso de mayor oferta de forraje no las tomaría, a su vez la menor oferta de forraje hace que el animal camine mas lo cual lleva a mayores desperdicios de forraje aumentando el forraje desaparecido (en este caso no consumido). Lo contrario se produce cuando se analiza el forraje desaparecido en primavera, donde las fechas de siembra tempranas registraron los mayores consumos, probablemente se deba a la mayor producción de materia seca de estos tratamientos en esta época, esa mayor producción acompañada de una muy buena calidad.

Cuadro No.13. Oferta de forraje para cada tratamiento en invierno y primavera.

Tratamiento	Oferta de forraje invierno (% PV)	Oferta de forraje primavera (% PV)
Festuca temprano	15,86	8,28
Festuca tarde	13,17	5,83
Dactylis temprano	15,78	8,20
Dactylis tarde	13,90	5,86

La figura No.7 muestra como ocurre el cambio en forraje desaparecido de invierno a primavera para cada fecha de siembra, lo que lleva a que en el promedio del experimento no haya diferencias en este aspecto.

Figura No.7. Forraje desaparecido según época de evaluación y fecha de siembra (kg/ha MS)



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

Cuadro No.14. Forraje desaparecido según época para todos los tratamientos (kg/ha MS).

Tratamiento	Desaparecido invierno	Desaparecido primavera
Festuca tarde	1159 a	1164,3AB
Dactylis tarde	1080,5 ab	1127 B
Dactylis temprano	1022 ab	1323,8 A
Festuca temprano	915,5 b	1266,3 AB

Medias con una letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

Tanto para invierno como para primavera y para el promedio total del experimento no hay diferencias significativas entre las mezclas sin evaluar la fecha de siembra. Con esto se puede afirmar que no hay una mezcla superior a la otra en cuanto a lo consumido cuando se analiza el 4to. año de vida de la pradera.

4.2.5 Porcentaje de utilización de la pastura

A continuación se presentan el porcentaje de lo disponible que fue utilizado por los animales promedio de todo el periodo para los tratamientos. Dentro de este parámetro se encuentra lo consumido por los animales, así como las pérdidas por pisoteo y/o senescencia, las cuales se consideraron despreciables para este análisis.

Cuadro No.15. Porcentaje de utilización promedio.

Tratamiento	Porcentaje de utilización (%)
Dactylis tarde	60,5 a
Dactylis temprano	59,1 a
Festuca tarde	59,1 a
Festuca temprano	54,0 b

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

El tratamiento festuca temprano es el único estadísticamente diferente del resto con un porcentaje de utilización inferior. Esto puede deberse a que fue el tratamiento con mayor forraje remanente (ver figura No. 5), esto implica mayores desperdicios en desmedro de la utilización.

Por otra parte en la primavera se registraron utilizations del entorno a 58-59 % sin diferencias significativas, esto se debe a un mayor disponible en todos los tratamientos. En invierno se observan diferencias importantes, la fecha de siembra tardía registró porcentajes de utilización superior al 60 % mientras que la temprana anduvo en torno a 55 % la mezcla de dactylis y del 49 % la de festuca. Esto se explica por los mismos motivos nombrados en el ítem forraje desaparecido.

4.2.6 Producción de forraje

El siguiente cuadro muestra la producción de forraje acumulada en el período de estudio.

Cuadro No.16. Crecimiento acumulado de materia seca y crecimiento ponderado por gramíneas+leguminosas para cada tratamiento.

Tratamiento	Crecimiento acumulado de MS (kg/ha)	Crecimiento acumulado y ponderado (kg/ha de MS)
Dactylis temprano	5003 a	2700,6 A
Dactylis tarde	4958 a	2590,6 A
Festuca tarde	4895 a	2251,7 B
Festuca temprano	4694 a	2663,8 A

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

No hay diferencias significativas en cuanto a la producción de materia seca en el total del período si se analizan todos los tratamientos juntos, lo cual llama la atención debido a otros parámetros que si han tenido diferencias como por ejemplo la composición botánica. Cuando el crecimiento acumulado es ponderado por el porcentaje de gramíneas mas leguminosas, se reordenan los tratamientos y se obtiene una diferencia significativa, siendo festuca tarde el tratamiento con menor crecimiento de materia seca correspondiente a especies productivas, esto se debe al mayor enmalezamiento (superior al 30 %).

Si se comparan con los obtenidos por Capandeguy y Larriera (2013), estos datos son más homogéneos. Los autores anteriormente nombrados obtuvieron desde 850 kg de MS por ha en el tratamiento festuca tarde hasta 3500 kg de MS por ha en el tratamiento dactylis temprano, hay que tener en cuenta que su tratamiento fue en primavera verano donde la alfalfa tuvo un rol protagónico. Rodríguez y Sicilia (2016), trabajando en el mismo año que el experimento y con pasturas de cuarto año, obtuvieron menores crecimientos acumulados totales (sin ponderar) que en este experimento (3500-4000 kg de MS por ha).

4.2.7 Tasa de crecimiento

A continuación se presentan los datos de crecimiento diario de materia seca. Los mismos se calculan con el forraje acumulado en el período de crecimiento (entre que se retiran los animales y vuelven a ingresar).

Cuadro No.17. Tasa de crecimiento diaria para cada tratamiento.

Tratamiento	Tasa de crecimiento de MS (kg/ha/d)
Dactylis temprano	52,8 a
Festuca temprano	48,5 a
Festuca tarde	47,5 a
Dactylis tarde	44,6 a

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

Primero que nada, es importante aclarar que los resultados de forraje acumulado presentados anteriormente, son diferentes a la tasa de crecimiento diaria debido a que los días de crecimiento para cada mezcla fueron diferentes. No hay diferencias significativas, lo cual refleja que si bien el análisis fue diferente debido a que los días de crecimiento sin animales sobre la pastura fueron diferentes, las pasturas crecieron a igual ritmo. Probablemente a igual días de pastoreo en cada parcela esto hubiera dado diferencias, no se manejo de esta manera debido a que se utilizaron criterios técnicos de ingresos y salidas de las pasturas, pastoreando menos días aquellas pasturas que llegaran a altura de remanente en menos tiempo.

Las tasas de crecimiento diario se encuentran en valores elevados para una pastura de cuarto año. Esto se debe a las condiciones climáticas, las cuales en el año en estudio fueron muy favorables. Los resultados obtenidos fueron superiores a los obtenidos por López et al. (2013), en la primavera tardía del primer año de vida de la pastura y los obtenidos por Capandeguy y Larriera (2013), en el verano del primer año de vida. Por lo que, se puede afirmar que en pasturas envejecidas pero con buenos indicadores de composición botánica, si las condiciones climáticas son buenas se logran buenos crecimientos diarios.

El crecimiento en altura del forraje fue prácticamente igual en todos los tratamientos arrojando como resultado 10,4 cm promedio.

Por otra parte si se separa la fecha de siembra y la mezcla, se observa que las mezclas tienen una diferencia mínima de 1 kg de MS/ha/d mientras que en la fecha de siembra la diferencia es de casi 4 kg de MS/ha/d, en ambos casos la diferencia no es significativa al 10%.

En los primeros dos meses de estudio la tasa de crecimiento fue en el entorno a 38-40 kg/ha/d de MS mientras que en los últimos dos, los meses de primavera, la tasa de crecimiento promedio alcanzó los 57 kg/ha/d de MS.

4.2.8 Composición botánica

A continuación se presentan los datos de composición botánica del disponible. Se evaluó el porcentaje de especies sembradas (gram.+leg.), malezas y restos secos en base a 100, y aparte de esto el porcentaje de suelo desnudo.

Cuadro No.18. Composición botánica del forraje disponible (en porcentaje) para cada tratamiento.

Tratamiento	% Gram. + leg.	% Malezas	% Restos secos	% Suelo desnudo
Festuca temprano	56,8 a	17,3 b	26,0 a	14,3 a
Dactylis temprano	54,0 ab	19,8 b	26,3 a	10,3 a
Dactylis tarde	52,3 ab	21,0 b	26,8 a	11,9 a
Festuca tarde	46,0 b	31,5 a	22,5 a	11,1 a

Medias con una letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

Se pueden sacar varias conclusiones del cuadro anterior, primero que en restos secos y suelo desnudo no hay diferencias significativas. Segundo que a mayor enmalezamiento menor porcentaje de especies productivas. Tercero, a nivel de enmalezamiento hay tres tratamientos que se diferencian de uno solo mientras que a nivel de especies productivas solo hay un tratamiento que se diferencia del “peor” tratamiento siendo los dos tratamientos con dactylis sin diferencias entre sí ni con la festuca.

En el caso de Festuca tarde que fue el tratamiento más comprometido desde el punto de vista de su composición botánica, se observa una menor proporción de especies productivas debido principalmente al avance de malezas. Este tratamiento siempre fue el más castigado es decir menos forraje disponible y menor remanente, lo que es lo mismo mayor frecuencia e intensidad, esto lleva a menores restos secos, más suelo desnudo y mayor enmalezamiento.

Si se ponderan estos valores en valores de crecimiento acumulado para cada tratamiento se desprende el siguiente cuadro

Cuadro No.19. Crecimiento acumulado ponderado entre gramíneas y leguminosas (kg/ha de MS).

Tratamiento	Gramíneas + leguminosas	Malezas
Dactylis temprano	2700,6 a	990,6 b
Dactylis tarde	2590,6 a	1041,2 b
Festuca temprano	2663,8 a	812,0 c
Festuca tarde	2251,7 b	1541,9 a

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

En este cuadro queda demostrada la interferencia que hacen las malezas deprimiendo la producción de materia seca de las especies productivas. También explica el porqué de las altas ganancias en festuca temprano, la cual se basa en alta proporción de gramíneas y leguminosas con alta producción y una baja proporción de malezas.

El elevado nivel de restos secos se debe básicamente a plantas más viejas y con largos periodos entre pastoreo lo que acelera la mortandad de hojas y tallos.

Las tasas de crecimiento antes mencionadas y las producciones animales que se comentaran más adelante están explicadas en base a los buenos indicadores que muestra el cuadro.

Al analizar por separado las fechas de siembra y las mezclas, se encuentran diferencias significativas solo en la fecha de siembra y en el porcentaje de malezas. Era de esperar un mejor comportamiento de la festuca frente al dactylis en cuanto a la presencia de malezas, lo cual solo se ve en fechas tempranas y sin diferencias significativas claras. La fecha de siembra tardía puede que haya inferido para que la festuca sembrada tarde no tenga buen comportamiento frente a malezas

Cuadro No.20. Porcentaje de malezas según fecha de siembra.

Tratamiento	Porcentaje de malezas
Tarde	26,4 a
Temprano	18,7 b

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

Con fechas de siembra tardía se enmalezaron un 8-9 % más las praderas, esto es posible debido a una instalación más lenta de las pasturas, no hubo sombreado a tiempo en el primer año de vida por parte de las especies sembradas y esto permitió el avance de malezas.

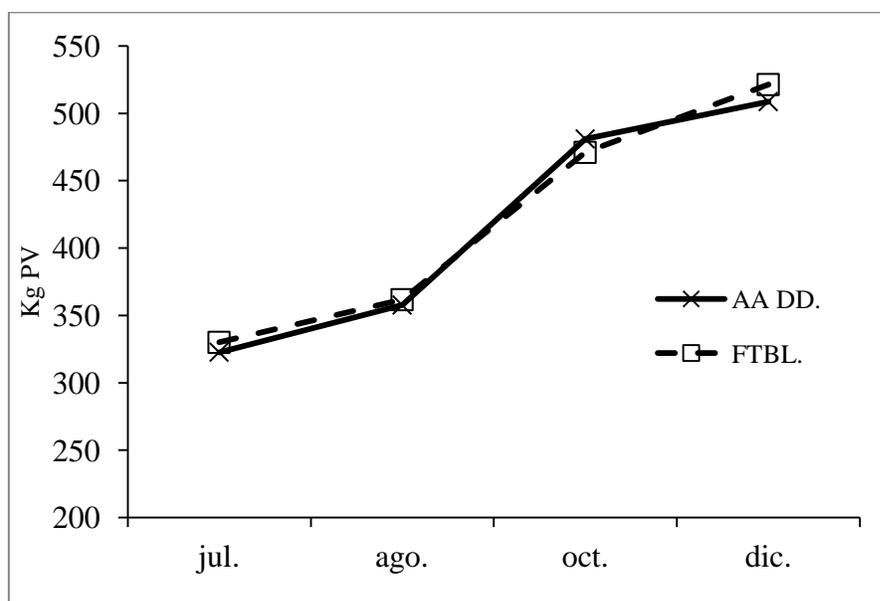
En la primavera se encuentran los mejores datos de presencia de especies sembradas, cercanos al 60 % mientras que en invierno andan en torno a 35-40 %. Y las malezas disminuyen de un 35 a un 10-15 %, esto se debe a que las principales malezas en invierno son las estivales que ya finalizaron su ciclo y en la primavera estas se encuentran naciendo y creciendo activamente salvo algunas perennes como la gramilla (*Cynodon dactylon*).

4.3 PRODUCCIÓN DE CARNE

A continuación se presentan los resultados obtenidos en producción de carne para ambas mezclas sin importar la fecha de siembra. Se presenta la ganancia diaria y la producción de carne por hectárea para el período evaluado.

La siguiente figura muestra la evolución del peso vivo de los animales para cada tratamiento, lo cual brinda una idea de cómo fueron las ganancias. Los novillos ganaron unos 200 kg en los cuatro meses de evaluación.

Figura No. 8. Evolución del peso vivo animal para cada mezcla forrajera en el periodo julio-diciembre.



4.3.1 Ganancia diaria de peso vivo

El siguiente cuadro muestra la ganancia de peso vivo promedio para cada tratamiento y la oferta de forraje correspondiente.

Cuadro No.21. Ganancia de peso vivo y oferta de forraje según mezcla.

Tratamiento	Ganancia de peso vivo (kg/a/d)	Oferta de forraje promedio (% del PV)
Festuca	1,44 a	8,89 a
Dactylis	1,38 a	8,99 a

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

La ganancia media diaria es muy elevada si se tiene en cuenta que la pastura es de 4to año. La oferta de forraje (cerca al 9%) y la buena composición botánica son los dos parámetros que más ayudan a explicar estas ganancias, además del clima que promovió que esa composición botánica se exprese en altas producciones de materia seca.

Para poder afirmar que las ganancias son elevadas se debe comparar con otros experimentos, Capandeguy y Larriera (2013) obtuvieron ganancias de 0,9 kg/a/d para la mezcla compuesta por dactylis y de 0,46 kg/a/d para la mezcla compuesta por festuca. Este experimento se realizó sobre la misma pradera en el primer verano y segundo otoño de la pastura y utilizaron 2 % de oferta de forraje. Por otra parte López et al. (2013), trabajando en el primer año de vida de la misma pastura obtuvieron ganancias de entre 0,85 y 0,95 Kg/a/d en los meses de primavera. Rodríguez y Sicilia (2016), en el mismo año de evaluación que este trabajo también sobre praderas mezcla de 4to. año obtuvieron ganancias en primavera de 1,2 kg/a/d.

Otro aspecto a destacar es que no hay diferencias significativas entre las mezclas, las diferencias encontradas en producción vegetal no afectaron la ganancia diaria de los animales.

Cuadro No.22. Ganancia diaria promedio según mezcla forrajera y época de pastoreo.

Mezcla forrajera	Julio-agosto	Agosto- octubre	Octubre-diciembre
Alfalfa+ dactylis	0,95 a	1,87 a	0,53 a
Festuca + trébol blanco+ lotus	0,86 a	1,66 a	0,97 a

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

Como bien se puede apreciar en la figura número 9 y según lo que arrojó el análisis estadístico de los datos, no hubo diferencias significativas en la evolución de

peso vivo promedio de los animales para ambas mezclas forrajeras. A su vez la ganancia media diaria para cada época no son diferentes estadísticamente según el tratamiento. Teniendo en cuenta que la carga manejada fue casi la misma para ambos tratamientos se puede afirmar que la producción de carne tampoco tuvo diferencias significativas en ambos tratamientos, las mismas fueron de 291 y 299 Kg/ha para alfalfa- dactylis y festuca-trébol blanco-lotus respectivamente.

Es esperable que en invierno (julio-agosto) la mezcla compuesta por festuca obtenga mayores ganancias diarias debido a que es una mezcla con mayor componentes invernales, esto no ocurrió, es probable que se deba a que el cultivar de alfalfa no tiene latencia invernal o tiene semilatenencia. Por lo tanto en inviernos benevolentes, moderadamente fríos, como el analizado el aporte de materia seca de la alfalfa en invierno es importante. A su vez el dactylis durante el invierno y principio de la primavera expresa su mayor producción lo que puede explicar estas mayores ganancias por sobre la festuca, siendo, de todos modos muy buenas. A partir de octubre la ganancia baja en la mezcla de alfalfa, dado que el dactylis está en el final de su mayor ciclo productivo y la producción de alfalfa pareciera que no logra mantener las ganancias.

4.3.2 Eficiencia de producción

Para el cálculo de eficiencia se toma en cuenta la producción total de materia seca y la producción ponderada de gramíneas y leguminosas según la composición botánica.

Las eficiencias indican que se necesitaron producir entre 16 y 17 kg de materia seca total (incluye especies productivas, malezas y restos secos) para producir 1 kg de peso vivo. Por otra parte, para la producción específica de especies productivas las eficiencias son de entre 8 y 9 kg de MS para producir 1 kg de peso vivo. La mezcla dactylis alfalfa necesitó producir un kilo mas de materia seca para producir un kilo adicional de peso vivo. Esto puede deberse a que la producción de materia seca de esta mezcla superó lo que pudieran transformar los animales en kilos de peso vivo, por ende es menos eficiente. Esto se soluciona aumentando la carga.

Rodríguez y Sicilia (2016), obtuvieron eficiencias de 7,8 y 9 utilizando cargas medias a altas. Cuando la carga fue menor la eficiencia fue de 18 kg de MS por kilo de peso vivo utilizando la materia seca total producida. Por lo tanto los 18 kg de MS por kilo de peso vivo son comparables con los 16 y 17 obtenidos en este experimento.

5. CONCLUSIONES

Con algunas herramientas de manejo (pastoreo, fertilización, control de malezas, etc.) y con condiciones climáticas favorables se lograron alcanzar en pasturas de 4to. año altas proporciones de especies sembradas (45-60%) y bajos enmalezamientos (20-30%). La producción de forraje disponible se ubicó en promedio en 1948 kg/ha MS, logrando una producción de carne de 295 kg/ha PV, valores más que aceptables para pasturas de esta edad.

La adecuada composición botánica y la alta producción de materia seca logran ganancias medias diarias elevadas, comparables con las de praderas de segundo año en primavera. El clima (con nulo registro de heladas meteorológicas) promueve las ganancias animales en base a confort térmico.

La oferta de forraje de 9% indica que no habían restricciones desde este punto de vista para los animales lo cual ayuda a la performance. Debido a esto es esperable malas eficiencias en producción de pasto lo cual se refleja en 16,2 kg de MS por kilogramo de peso vivo. Si se disminuye la oferta de forraje mejora esta eficiencia pero se empeora la performance individual de los animales.

Estas pasturas con estos niveles productivos logran cumplir con un mínimo de eficiencia económica en cualquier esquema de producción que se plantee seguir, cumpliendo además con un papel mejorador del recurso suelo a nivel de las propiedades físicas y químicas, rol muy importante en rotaciones agrícola-ganaderas, debido al fuerte impacto que tiene en los cultivos siguiente además de mantener sustentable este recurso en el tiempo.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay); el potrero número 32 b, 32°22'29.70" de latitud sur y 58°03'36,43" de longitud oeste, durante el período comprendido entre el 9 de julio y 11 de diciembre de 2014. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, compuesto por dos bloques con cuatro tratamientos cada uno. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una un tratamiento diferente dentro de cada bloque. El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de forraje de dos mezclas forrajeras en su cuarto año de vida durante el periodo invierno-primaveral. Las mezclas evaluadas fueron: A) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* y B) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*. El pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de parcela fue una intensidad entre 5 y 7,5 cm. El mismo se realizó con novillos Holando con una dotación de 1,56 novillos/ha promedio para todos los tratamientos. Como objetivo secundario, se evaluó la producción en peso vivo de estas mezclas, tanto en producción individual como en producción por hectárea. A partir de estas variables se evaluó la respuesta de las diferentes mezclas durante el período en estudio. No se encontraron diferencias significativas en la producción de forraje total de la pastura, salvo el tratamiento FBL. tarde que produjo menos forraje al ser ponderado por composición botánica. Esto se explicó fundamentalmente por el mayor nivel de enmalezamiento en desmedro de las especies productivas (gramíneas mas leguminosas). En cuanto a la producción animal se observaron altas ganancias diarias (promedio 1,4 kg/a/d) así como también de producción por hectárea (promedio 295 kg), muy buenas siendo pasturas de cuarto año.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Composición botánica; Producción animal; Ganancia diaria.

7. SUMMARY

The present work was done in the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni (Agronomy Faculty, University of the Republic, Paysandú, Uruguay); paddock number 32 b, 32°22'29.70" of south latitude and 58°03'36,43" of west latitude, during the period from 9th. July to 11th. December 2014. The experimental design used was randomized complete blocks, composed of two blocks with four treatments each one. The experimental unit is the plot, corresponding to each one a different treatment within each block. The objective of the work was to evaluate forage production of two forage mixtures in his fourth year of life during winter-spring period. The evaluated mixtures were: A) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* y B) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*. Grazing method was rotational and the criterion used for the plot change was an intensity between 5 and 7,5 cm. The same was done with steers Holando with an endowment average of 1,56 steers/ha for all treatments. As a secondary objective, the production of animal liveweight of these mixtures was evaluated, both in individual production as in live weight production per hectare. During the study period was evaluated the response of the different mixtures using these variables. No significant differences were found in total pasture forage yield, except late FBL. treatment that produced less forage when weighed by botanical composition. This was mainly explained by the higher level of weedy and consequently, low percentage of productive species (grasses plus legumes). Regarding animal production, high daily gain (average 1,4 kg/a/d) as well as production per hectare (average 295 kg) were observed, very good being fourth years pastures.

Keywords: Forage mixtures; Botanical composition; Animal production; Daily gain.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abud, M.; Gaudenti, C.; Orticochea, V.; Puig, V. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
2. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
3. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipítria, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
4. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
5. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
6. Barnes, D. K.; Scheaffer, C. C. 1995. Alfalfa. In: Barnes, R. F.; Miller, D. A.; Nelson, C. J. eds. Forages; an introduction to grassland agriculture. 5th. ed. Ames, IA, Iowa State University Press.v.1, cap. 16. pp. 206-211.
7. Barthram, G. T.; 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*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
8. Bautes, C. D.; Zarza, A. 1982. Comportamiento de tres mezclas forrajeras en suelos desarrollados sobre Libertad, Fray Bentos y Cretácico. *Investigaciones Agronómicas*. 3 (1): 41-45.
9. Beretta, V.; Bentancur, O.; Invernizzi, G.; Puig, C.; Simeone, A.; 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 (20ª, 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, ALPA. pp. 1-4. Consultado jun. 2015. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta_ocupacion.pdf

10. Bianchi, J. L. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
11. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
12. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
13. Capandeguy, J.; Larriera, M. 2013. Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
14. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
15. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
16. _____.; Santiñaque, F.1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. no. 2: 16-21.
17. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 36 p. (Serie Técnica no. 19)
18. _____. 2002a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
19. _____. 2002b. Pasturas y forrajeras; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
20. _____. 2004. Pasturas y forrajes; insumos, manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3. 413 p.
21. _____. 2010a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
22. _____. 2010b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 357 p.
23. _____. 2010c. Pasturas y forrajes; manejo persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.

24. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
25. _____; De Armas, A.; Soca, P. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
26. _____; _____. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMAC. Cangüé. no. 30: 36-44.
27. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 30 ene. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.htm
28. Dalley, D. E.; Grainger, C.; Moate, P. J.; Roche, J. R. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39 (8): 923-931.
29. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*. 53 (3): 211-218.
30. Escuder, C. 1996. Crecimiento de las pasturas cultivadas; algunos factores que lo afectan. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
31. Fernández, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 85: 6-9.
32. Fernández, J.; Foglino, F. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, t. blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
33. Fernández, M.; Nava, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.

34. Formoso, F. 1993. Lotus corniculatus I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. La Estanzuela, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
35. _____. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
36. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Restaino, E.; Risso, D. F. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
37. Fortes, D.; Herrera, R. S.; 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 abr. 2016. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=193017901001>
38. Frame, J. 1982. Efectos de los animales sobre las pasturas. In: Reunión Técnica sobre Persistencia de Pasturas Mejoradas (5ª., 1982, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, IICA/BID. pp. 53-67 (Diálogo no. 5)
39. Fulkerson, W. J.; Slack, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50 (1): 16-20.
40. Gallarino, H. 2010. Intensidad y frecuencia de defoliación de una pastura. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 9 p. Consultado jun. 2015. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/158-defolicacion_8.pdf
41. García, J.; Formoso, F.; Rebuffo, M. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
42. _____. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE Oberón. Montevideo, Uruguay, INIA. 11 p. (Boletín de Divulgación no. 49)
43. _____. 1995b. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70)
44. _____.; Rebuffo, M. 1997. Importancia del ciclo de las variedades forrajeras en los sistemas intensivos. In: Indarte, E.; Restaino, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 9-15 (Serie Técnica no. 15).

45. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133)
46. García, M.; González, O.; Queheille, F. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Stipa setigera* en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 141 p.
47. Garduño Velázquez, S.; Pérez Pérez, J.; Hernández Garay, A.; Herrera Haro, J. G.; Martínez Hernández, P. A.; Joaquín Torres, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47 (2): 189-202.
48. Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. Grass and Forage Science. 36: 155-168.
49. Hall, M.; Vough, L. 2007. Forage establishment and renovation. In: Barnes, R.; Neslon, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages; the science of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell.v.2, pp. 343-354.
50. Harris, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-95
51. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 663-670.
52. Hodgson, J. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
53. INIA; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2015. (en línea). Montevideo.110 p. Consultado mar. 2018. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2014/PubForrajerasPeriodo2014.pdf
54. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
55. López, G.; Pastorini, J.; Vázquez F. 2013. Efectos de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas

de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.

56. Minson, D. J.; Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry*. 7: 546-551.
57. _____. 1983. Forage quality; assessing the plant – animal complex. In: *International Grassland Congress (14th., 1981, Lexington, Kentucky). Proceedings*. Boulder, Colorado, Westview. pp. 23 – 29.
58. Molinelli, P.; Odella, F.; Verrastro, M. 2014. Efecto de la mezcla forrajera y fecha de siembra en la producción de forraje, composición botánica y respuesta animal durante su segundo verano y tercer otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
59. Montossi, F.; Pigurina, G.; Risso, D. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
60. Morón, A. 2000. Manejo agronómico de la alfalfa; 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).
61. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: *International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings*. Oxford, Alden. pp. 606–611.
62. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: *Simposio sobre Manejo da Pastagem (14º., 1997, Piracicaba)*. Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
63. Olmos, F. 2001. Tecnologías para la producción de forraje en brunosoles del noreste. In: Berretta, E.; Risso, D. eds. *Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay*. Montevideo, INIA. pp. 123-146 (Boletín de Divulgación no. 76).
64. Pereira Machín, M. 2008. Recursos naturales; mejorando nuestros campos naturales, ¿qué Lotus sembrar? (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 122: 36-37. Consultado feb. 2015. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/Revistas/Articulos/Busqueda/?s=todas&e=pereira+machin%2C>

65. Pérez, M.; Hernández, A.; Pérez, J.; Herrera, J.; Bárcena, R. 2002. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. (en línea). Técnica Pecuaria en México. 40 (3): 251-263. Consultado feb. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/613/61340307.pdf>
66. Raymond, W. F. 1964. The utilization of grass by ruminants. In: Joint Symposium with the Nutrition Society and the British Grassland Society the Efficient Use of Grass (1964, London). Proceedings. The Proceedings of the Nutrition Society. 23: 54 – 62.
67. Rebuffo, M. 2000. Implantación. In: Rebuffo, M.; Restaino, E.; Risso, D. F. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 29-36 (Boletín de Divulgación no. 69).
68. _____. 2005. Alfalfa; principios y manejo del pastoreo. Programa Nacional de Plantas Forrajeras. (en línea). Revista INIA. no. 5: 1-5. Consultado may. 2015. Disponible en <http://www.inia.com.uy/produccion-animal>
69. Rimieri, P. 2011. Nuevo cultivar de Festuca alta. (en línea). s.l., INTA Pergamino. 1 p. Consultado 15 may. 2015. Disponible en http://www.francomanopiacardi.com.ar/news/2009/11_noviembre09/02_09a113/04_ganaderia_INTA_Pergamino_Brava-INTA-nuevocultivar-de-festuca-alta.htm
70. Rodríguez, F.; Sicilia, M. 2016. Efecto de tres dotaciones sobre la productividad de una gramínea perenne en mezcla con leguminosas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
71. Rovira, P. 2005. Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreaño sobre praderas durante la primavera. In: Jornada Anual de Producción Animal (2005, INIA Treinta y Tres). Resultados experimentales 2005. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 23-32 (Actividades de Difusión no. 429).
72. _____. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 36-51.
73. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv. Horizon. Agrocienca (Montevideo). 14 (1): 44 – 54.

74. Slaper, D.; Bucknert, R. 1995. The fescues. In: Barnes, R. F.; Millar, D.A.; Nelson, C. L. eds. Forages; introduction to grassland agriculture. Ames, Iowa, Iowa State University. pp. 345-356.
75. Shneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires. s.e. s.p
76. Smetham, M .L. 1981. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 97-148
77. 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. Técnica Pecuaria en México. 43 (2): 247-258.
78. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage – concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2): 617-631.
79. Wales, W. J.;Dellow, D. W.; Doyle, P. T. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38 (5): 451-460.
80. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangué no. 25: 5-11.
81. _____; 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 (21°. 2006, s.l.). Trabajos apresentados. s.n.t. pp. 3-19.

9. ANEXOS

Anexo No.1. Producción de forraje disponible y altura del disponible

Producción de forraje disponible

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Disponible	8	0,52	0,17	3,85

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	24877,13	3	8292,38	1,47	0,3489
Mezcla	38,06	1	38,06	0,01	0,9384
FS.	22679,18	1	22679,18	4,03	0,1153
Cov.	2159,89	1	2159,89	0,38	0,5693
Error	22531,88	4	5632,97		
Total	47409,00	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=160,00171

Error: 5632,9691 gl: 4

<u>Mezcla</u>	<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Festuca	Temp.	2020,35	2	53,07	A
Dactylis	Temp.	1983,13	2	53,07	A
Dactylis	Tarde	1909,50	2	53,07	A
Festuca	Tarde	1881,00	2	53,07	A

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

Producción de forraje disponible invierno

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Disponible	8	0,20	0,00	6,12

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	12409,35	3	4136,45	0,33	0,8062
Mezcla	379,50	1	379,50	0,03	0,8706
FS.	3780,15	1	3780,15	0,30	0,6128
Mezcla*FS.	8249,70	1	8249,70	0,66	0,4635
Error	50333,11	4	12583,28		
Total	62742,46	7			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=239,14032

Error: 12583,2763 gl: 4

<u>Mezcla</u>	<u>FS.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Festuca	Temp.	1880,70	2	79,32 A
Dactylis	Tarde	1851,00	2	79,32 A
Dactylis	Temp.	1830,25	2	79,32 A
Festuca	Tarde	1773,00	2	79,32 A

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

Producción de forraje disponible primavera

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Disponible	8	0,66	0,40	4,22

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	58477,50	3	19492,50	2,58	0,1914
Mezcla	1012,50	1	1012,50	0,13	0,7330
FS.	57460,50	1	57460,50	7,60	0,0511
Mezcla*FS.	4,50	1	4,50	5,9E-04	0,9817
Error	30258,00	4	7564,50		
Total	88735,50	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=185,41551

Error: 7564,5000 gl: 4

Mezcla	FS.	Medias	n	E.E.	
Festuca	Temp.	2160,00	2	61,50	A
Dactylis	Temp.	2136,00	2	61,50	A B
Festuca	Tarde	1989,00	2	61,50	A B
Dactylis	Tarde	1968,00	2	61,50	B

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

Altura de forraje disponible

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura Disp.	8	0,78	0,61	3,06

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,39	3	1,13	4,60	0,0874
Mezcla	0,39	1	0,39	1,60	0,2745
Tratamiento	2,97	1	2,97	12,08	0,0255
Mezcla*trat.	0,03	1	0,03	0,11	0,7519
Error	0,98	4	0,25		
Total	4,38	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,74769

Error: 0,2460 gl: 4

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Festuca	16,44	4	0,25	A
Dactylis	16,00	4	0,25	A

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

Anexo No.2. Producción de forraje remanente y altura del remanente

Producción de forraje remanente

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Forr. rem.	8	0,85	0,74	4,96

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37481,27	3	12493,76	7,63	0,0393
Mezcla	9028,32	1	9028,32	5,52	0,0786
FS.	23031,95	1	23031,95	14,07	0,0199
Mezcla*FS.	5421,01	1	5421,01	3,31	0,1429
Error	6547,53	4	1636,88		
Total	44028,80	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=86,25112

Error: 1636,8828 gl: 4

Mezcla	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Festuca	Temp.	929,50	2	28,61	A
Dactylis	Temp.	810,25	2	28,61	B
Festuca	Tarde	770,13	2	28,61	B
Dactylis	Tarde	755,00	2	28,61	B

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

Altura del remanente

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Alt. remanente	8	0,83	0,71	4,78

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1,95	3	0,65	6,70	0,0488
Mezcla	0,18	1	0,18	1,86	0,2449
FS.	1,49	1	1,49	15,33	0,0173
Mescla*FS.	0,28	1	0,28	2,90	0,1639
Error	0,39	4	0,10		
Total	2,34	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,66407

Error: 0,0970 gl: 4

<u>Mezcla</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Festuca	Temp.	7,29	2	0,22	A
Dactylis	Temp.	6,61	2	0,22	B
Dactylis	Tarde	6,13	2	0,22	B
Festuca	Tarde	6,05	2	0,22	B

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

Anexo No.3. Forraje desaparecido

Forraje desaparecido

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Forr. Desap.	8	0,44	0,02	4,61

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8632,60	3	2877,53	1,06	0,4601
Mezcla	7893,96	1	7893,96	2,90	0,1639
FS.	1,36	1	1,36	5,0E-04	0,9832
Mezcla*FS.	737,28	1	737,28	0,27	0,6304
Error	10896,91	4	2724,23		
Total	19529,51	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=111,26987

Error: 2724,2269 gl: 4

Mezcla	Tratamiento	Medias	n	E.E.
Dactylis	Temp.	1172,88	2	36,91 A
Dactylis	Tarde	1154,50	2	36,91 A
Festuca	Tarde	1110,88	2	36,91 A
Festuca	Temp.	1090,85	2	36,91 A

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

Anexo No. 4. Porcentaje de utilización y crecimiento acumulado de materia seca

Porcentaje de utilización

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% utilización	8	0,86	0,75	2,46

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,01	3	16,34	7,97	0,0366
Mezcla	21,62	1	21,62	10,55	0,0314
FS.	20,39	1	20,39	9,95	0,0344
Mezcla*FS.	7,00	1	7,00	3,42	0,1382
Error	8,20	4	2,05		
Total	57,21	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,05159

Error: 2,0490 gl: 4

Mezcla	FS.	Medias	n	E.E.	
Dactylis	Tarde	60,47	2	1,01	A
Dactylis	Temp.	59,14	2	1,01	A
Festuca	Tarde	59,05	2	1,01	A
Festuca	Temp.	53,99	2	1,01	B

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

Crecimiento acumulado de materia seca

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crec. acum.	8	0,47	0,07	3,66

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111695,42	3	37231,81	1,17	0,4264
Mezcla	69229,21	1	69229,21	2,17	0,2149
FS.	12183,61	1	12183,61	0,38	0,5702
Mezcla*FS.	30282,61	1	30282,61	0,95	0,3853
Error	127739,22	4	31934,81		
Total	239434,64	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=380,96763

Error: 31934,8050 gl: 4

Mezcla	FS.	Medias	n	E.E.
Dactylis	Temp.	5003,0	2	126,36 A
Dactylis	Tarde	4958,0	2	126,36 A
Festuca	Tarde	4895,0	2	126,36 A
Festuca	Temp.	4693,9	2	126,36 A

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

Anexo No.5. Tasa de crecimiento y composición botánica

Tasa de crecimiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tasa crec.	8	0,39	0,00	10,68

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68,85	3	22,95	0,86	0,5304
Mezcla	1,09	1	1,09	0,04	0,8498
FS.	42,12	1	42,12	1,58	0,2773
Mezcla*FS.	25,64	1	25,64	0,96	0,3824
Error	106,69	4	26,67		
Total	175,54	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,01009

Error: 26,6729 gl: 4

Mezcla	FS.	Medias	n	E.E.
Dactylis	Temp.	52,81	2	3,65 A
Festuca	Temp.	48,49	2	3,65 A
Festuca	Tarde	47,48	2	3,65 A
Dactylis	Tarde	44,64	2	3,65 A

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

Composición botánica gram.+ leg.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gram.+leg.	8	0,68	0,43	7,40

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	124,73	3	41,58	2,78	0,1746
Mezcla	6,97	1	6,97	0,47	0,5327
FS.	74,83	1	74,83	4,99	0,0891
Mezcla*FS.	42,94	1	42,94	2,87	0,1657
Error	59,93	4	14,98		
Total	184,66	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,25148

Error: 14,9814 gl: 4

Mezcla	FS.	Medias	n	E.E.		
Festuca	Temp.	56,75	2	2,74	A	
Dactylis	Temp.	53,98	2	2,74	A	B
Dactylis	Tarde	52,50	2	2,74	A	B
Festuca	Tarde	46,00	2	2,74		B

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

Composición botánica: % malezas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% malezas	8	0,95	0,92	7,39

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	227,85	3	75,95	27,39	0,0040
Mezcla	31,93	1	31,93	11,52	0,0274
FS.	117,68	1	117,68	42,44	0,0029
Mezcla*FS.	78,23	1	78,23	28,21	0,0060
Error	11,09	4	2,77		
Total	238,94	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,54999

Error: 2,7730 gl: 4

Mezcla	FS	Medias	n	E.E.		
Festuca	Tarde	31,50	2	1,18	A	
Dactylis	Tarde	21,25	2	1,18		B
Dactylis	Temp.	19,83	2	1,18		B C
Festuca	Temp.	17,58	2	1,18		C

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