

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PRODUCTIVIDAD DE DOS PASTURAS PERENNES DE LARGA DURACIÓN  
EN SU ÚLTIMO AÑO DE VIDA**

**por**

**Facundo PÍREZ DASTUGUE  
Manuel Antonio SILVA ADDIEGO**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2020**

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. MSc. Nicolás Caram

Fecha: 12 de noviembre de 2020

Autores: \_\_\_\_\_

Facundo Pérez Dastugue

\_\_\_\_\_

Manuel Antonio Silva Addiego

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Agronomía por brindarnos la posibilidad de realizar una carrera universitaria y formarnos como profesionales en la materia.

A nuestro tutor de tesis, Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por su disponibilidad y apoyo continuo en la realización de nuestro trabajo.

A nuestras familias por la confianza y contención que siempre tuvieron con nosotros.

A todas aquellas personas que contribuyeron de alguna manera en la realización de este trabajo.

A todos los nombrados anteriormente, MUCHAS GRACIAS.

## TABLA DE CONTENIDO

|  | Página |
|--|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN.....  | II     |
| AGRADECIMIENTOS.....   | III    |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....  | VI     |
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 1      |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....   | 2      |
| 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES<br>QUE COMPONEN LA MEZCLA..... | 2      |
| 2.1.1. <i>Festuca arundinacea</i> .....  | 2      |
| 2.1.2. <i>Dactylis glomerata</i> .....   | 4      |
| 2.1.3. <i>Medicago sativa</i> .....  | 6      |
| 2.1.4. <i>Trifolium repens</i> .....   | 8      |
| 2.1.5. <i>Lotus corniculatus</i> .....   | 10     |
| 2.2. IMPLANTACIÓN.....   | 12     |
| 2.3. MEZCLAS FORRAJERAS.....   | 13     |
| 2.3.1. <u>Importancia de la formulación de las mezclas</u> .....                 | 13     |
| 2.3.2. <u>Dinámica de las mezclas</u> .....                                      | 14     |
| 2.3.3. <u>Tipos de mezclas</u> .....   | 15     |
| 2.4. EFECTOS DEL PASTOREO.....   | 16     |
| 2.4.1. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u> .....                           | 17     |
| 2.4.1.1. Frecuencia.....   | 17     |
| 2.4.1.2. Intensidad.....   | 18     |
| 2.4.2. <u>Efectos sobre los componentes de la mezcla</u> .....                   | 19     |
| 2.4.3. <u>Efectos sobre la fisiología de las plantas</u> .....                   | 20     |
| 2.4.4. <u>Efecto sobre el rebrote</u> .....                                      | 21     |
| 2.4.5. <u>Efecto sobre las raíces</u> .....                                      | 21     |
| 2.4.6. <u>Efecto sobre la utilización del forraje</u> .....                      | 22     |
| 2.4.7. <u>Efecto sobre la calidad</u> .....                                      | 22     |
| 2.4.8. <u>Efecto sobre la composición botánica</u> .....                         | 23     |
| 2.4.9. <u>Efecto sobre la persistencia</u> .....                                 | 24     |
| 2.4.10. <u>Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal</u> .....               | 25     |
| 2.5. PRODUCCIÓN ANIMAL.....  | 27     |
| 2.5.1. <u>Aspectos generales de la producción animal en pastoreo</u> ....        | 27     |
| 2.5.2. <u>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</u> .....                 | 28     |
| 2.5.3. <u>Relación asignación de forraje-consumo</u> .....                       | 28     |
| 2.6. HIPÓTESIS.....  | 30     |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 31     |
| 3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....                                   | 31     |
| 3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u> .....                                 | 31     |
| 3.1.2. <u>Información meteorológica</u> .....                                    | 31     |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u> .....      | 31 |
| 3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u> .....      | 31 |
| 3.1.5. <u>Tratamientos</u> .....                            | 32 |
| 3.1.6. <u>Diseño experimental</u> .....                     | 32 |
| 3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....                          | 33 |
| 3.2.1. <u>Mediciones de las principales variables</u> ..... | 33 |
| 3.2.1.1. Forraje disponible y remanente.....                | 33 |
| 3.2.1.2. Altura del forraje disponible y remanente.....     | 34 |
| 3.2.1.3. Producción de forraje.....                         | 34 |
| 3.2.1.4. Materia seca desaparecida.....                     | 34 |
| 3.2.1.5. Tasa de crecimiento promedio.....                  | 34 |
| 3.2.1.6. Porcentaje de utilización.....                     | 34 |
| 3.2.1.7. Composición botánica.....                          | 34 |
| 3.2.1.8. Peso de los animales.....                          | 35 |
| 3.2.1.9. Oferta de forraje.....                             | 35 |
| 3.2.1.10. Ganancia de peso media diaria.....                | 35 |
| 3.2.1.11. Producción de peso vivo.....                      | 35 |
| 3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....                              | 35 |
| 3.3.1. <u>Modelo estadístico</u> .....                      | 35 |
| 3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u> .....                   | 36 |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....                      | 37 |
| 4.1. DATOS METEOROLÓGICOS.....                              | 37 |
| 4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....                             | 39 |
| 4.2.1. <u>Disponibilidad de forraje</u> .....               | 39 |
| 4.2.2. <u>Forraje remanente</u> .....                       | 41 |
| 4.2.3. <u>Materia seca desaparecida</u> .....               | 42 |
| 4.2.4. <u>Porcentaje de utilización</u> .....               | 43 |
| 4.2.5. <u>Tasa de crecimiento</u> .....                     | 44 |
| 4.2.6. <u>Composición botánica</u> .....                    | 46 |
| 4.2.7. <u>Producción de MS</u> .....                        | 48 |
| 4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL.....                                 | 50 |
| 4.3.1. <u>Ganancia media diaria por animal</u> .....        | 51 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> .....                                | 54 |
| 6. <u>RESUMEN</u> .....                                     | 55 |
| 7. <u>SUMMARY</u> .....                                     | 56 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....                                | 57 |
| 9. <u>ANEXOS</u> .....                                      | 67 |

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No.   | Página |
|--|--------|
| 1. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Dactylis glomerata</i> cultivar INIA Perseo, expresado en kg/ha/año de MS.....      | 6      |
| 2. Características de los cultivares en función del grado de reposo invernal.....  | 7      |
| 3. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Medicago sativa</i> cultivar Estanzuela Chaná, expresado en kg/ha/año de MS.....    | 8      |
| 4. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Trifolium repens</i> cultivar Estanzuela Zapicán, expresado en kg/ha/año de MS..... | 10     |
| 5. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Lotus corniculatus</i> cultivar San Gabriel, expresado en kg/ha/año de MS.....      | 12     |
| 6. Forraje disponible (kg/ha de MS).....   | 39     |
| 7. Forraje disponible (kg/ha de MS) según pastoreo.....  | 39     |
| 8. Alturas (cm) del forraje disponible según tratamiento.....  | 40     |
| 9. Alturas (cm) del forraje disponible según pastoreo.....   | 40     |
| 10. Forraje remanente (kg/ha MS) según tratamiento.....  | 41     |
| 11. Altura (cm) del forraje remanente según tratamiento.....   | 41     |
| 12. Forraje (kg/ha de MS) desaparecido según tratamiento.....  | 42     |
| 13. Forraje (kg/ha de MS) desaparecido según pastoreo.....   | 43     |
| 14. Porcentaje de utilización según tratamiento.....   | 44     |
| 15. Tasa de crecimiento diaria por tratamiento (kg/ha MS).....   | 45     |
| 16. Tasa de crecimiento diaria por pastoreo (kg/ha MS).....  | 45     |
| 17. Composición botánica del forraje disponible (en porcentaje) para cada tratamiento.....   | 46     |
| 18. Composición botánica del forraje remanente (en porcentaje) para cada tratamiento.....  | 47     |
| 19. Crecimiento acumulado ponderado entre gramíneas y leguminosas (kg/ha de MS).....   | 48     |
| 20. Producción de MS según tratamiento.....  | 49     |
| 21. Producción de MS según pastoreo.....   | 49     |
| 22. Peso vivo (kg) de los novillos asignados a cada tratamiento.....   | 51     |
| 23. Ganancia diaria por tratamiento según época del año.....   | 51     |
| 24. Ganancia y producción total de kilogramos según tratamiento.....   | 52     |
| 25. Asignación forrajera (AF) utilizada en el trabajo (kg de materia seca cada cien kg. de peso vivo).....   | 53     |

Figura No.

|   |    |
|---|----|
| 1. Diseño experimental para los tratamientos..... | 33 |
|---|----|

Gráfico No.

|   |    |
|---|----|
| 1. Régimen de precipitaciones mensual ocurridas desde abril a diciembre de 2017 vs. promedio mensual de la serie histórica 2002-2014..... | 37 |
| 2. Comparación de temperaturas entre 2017 y media de 2002-2014 .....  | 38 |
| 3. Forraje disponible y forraje remanente para cada tratamiento.....  | 43 |
| 4. Evolución del peso vivo animal para cada mezcla forrajera en el período agosto-noviembre.....  | 50 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente Uruguay ha sido un país ganadero por excelencia, donde en conjunto la actividad bovina y ovina se realizaban de forma extensiva. La misma se realizaba en base del sistema exclusivamente pastoril. A principios del siglo XXI se fueron dando diversos sucesos que llevaron a una modificación en la producción agropecuaria uruguaya. El crecimiento de otros rubros, como la agricultura de secano y la forestación, fue relegando a la ganadería a campos más marginales, lo que generó una competencia por el recurso tierra.

Así mismo, al crecer los otros rubros el productor ganadero se vio obligado a intensificar su nivel de producción con el fin de mantener, y/o aumentar tanto los niveles económicos como productivos.

Este escenario ha provocado que todos los rubros compitan por los recursos que son escasos. La pregunta que surge de esto es ¿cómo ha hecho la ganadería para permanecer con su stock de semovientes habiendo disminuido su área?

Aquí es donde entra la respuesta a la intensificación, dando lugar a la utilización de pasturas sembradas para lograr un aumento en la producción de forraje, así como su calidad, con el fin de hacer competitivo y estable al rubro ganadero.

El objetivo de este trabajo es evaluar la producción invierno-primaveral de cuatro mezclas forrajeras, la composición botánica de las mismas y la producción animal, en su cuarto año de vida. Las mezclas están compuestas por:

- *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* (DA).
- *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (FTa).
- *Festuca arundinacea* cv. Tuscany II, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (FTu).
- *Festuca arundinacea* cv. Brava, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (FBr).

## 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, ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento de cespitosa a rizomatosa (rizomas muy cortos). Se adapta a un amplio rango de suelos, prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2010a).

Su establecimiento es lento y por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies (Langer, 1981b). Por su parte Carámbula (2010a) supone que la velocidad de establecimiento y la vulnerabilidad competitiva se debe a un crecimiento radicular lento asociado a una baja movilización de reservas por parte de la semilla, lo que según García (2003) se contrarresta con la siembra en líneas.

Es de muy buena persistencia, crece bien en lugares húmedos y presenta buena resistencia a la sequía, siendo poco afectada por las heladas en referencia a lo que establece García (2003).

Su ciclo productivo invernal no es excluyente para que con suficiente nivel de humedad en el suelo pueda mantenerse verde todo el año, incluso en verano, donde situaciones hídricas limitantes afecten su crecimiento más que las altas temperaturas. Todo esto gracias a un desarrollo radicular fibroso, profundo y extendido que permite la exploración de grandes volúmenes de suelo en momentos de déficit hídrico (Carámbula, 2010a). Crece todo el año y durante el verano reduce el ingreso de malezas y gramíneas estivales (García, 2003).

De acuerdo a Carámbula (2010a), la festuca presenta precocidad otoñal aceptable, buena producción otoño-invierno admitiendo pastoreos relativamente intensos y frecuentes, los que según Ayala et al. (2010) van de 15 a 18 cm de altura a remanentes de 5 a 7 cm, presentando un rebrote rápido a fines de invierno y floración temprana en los meses de setiembre-octubre (Carámbula, 2010a), con un crecimiento posterior y una primavera aceptable (Langer, 1981b), mientras que en verano se deben evitar los pastoreos intensos, ya que éstos pueden reducir la producción posterior y la persistencia (García, 2003). Por otro lado, Matches, citado por Sleper y Buckner (1995), recomienda un manejo del pastoreo aceptable para una festuca bien establecida que oscila entre 5-10 centímetros de intensidad, pero Langer (1981a), advierte que para obtener una festuca exitosa es adecuado pastorearla con 10 centímetros.

Durante el estado reproductivo la festuca posee baja palatabilidad (Carámbula, 2010a), por lo que al momento de pastorear se recomienda que la planta no encañe, ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita a la planta y además los animales la rechazan al momento de pastorearla (García, 2003). Con esto último hay que tener consideración ya que un mal manejo en primavera, ósea, permitir el pasaje estado vegetativo-reproductivo se traduce en menor número de macollas dejando lugar en el suelo, lo que favorece el avance de malezas afectando la persistencia.

Dentro de esta especie se puede encontrar la presencia de un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*), el cual establece una relación de mutualismo con la misma. Dicho hongo dentro de la planta genera una serie de alcaloides (peramina y lolina), que le brindan a la planta mayor tolerancia a la sequía, nematodos e insectos, aumento en el macollaje, lo que se traduce en mejor persistencia y por ende aumenta el rendimiento. También hay que destacar que produce compuestos nocivos para el ganado como son ergovalina y lolitren B, causantes de problemas de toxicidad como es la festucosis (Ayala et al., 2010).

De acuerdo con Ayala et al. (2010), existen 2 tipos de cultivares comerciales de festuca, continentales y mediterráneas. Los continentales crecen en todas las estaciones del año, presentan hábito de crecimiento indeterminado y generalmente son de hojas anchas con rendimientos de forraje un 20% superior. Mientras que los mediterráneos tienen muy buen potencial de crecimiento invernal, pero presentan latencia estival. Son de hoja más fina y su hábito de crecimiento es erecto.

En los experimentos se utilizaron 3 cultivares de festuca: Estanzuela Tacuabé, INTA Brava y Tuscany II.

Tacuabé es una variedad sintética creada en La Estanzuela para mejorar deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, el material más usado comercialmente en el país en la década de los 70 (Formoso, 2010). Presenta floración temprana (mediados de setiembre), con buena adaptación a los suelos y aceptable producción de forraje (Ayala et al., 2010). Por otro lado, Formoso (2010), define a este cultivar como de elevado rendimiento, aceptable persistencia, buen potencial productivo otoño-invierno y capaz de mantener un balance aceptable (festuca-trébol blanco).

Estudios compararon en 8 ambientes la producción de forraje de Tacuabé y El Palenque determinando una supremacía productiva de Tacuabé en 7 de los 8 ambientes estudiados. Se cuantificaron incrementos de forraje en el rendimiento anual de 10%, y en el invernal de 21% a favor de Tacuabé. En el mismo trabajo, Ayala et al. (2010) también reportan que Tacuabé en 9 ambientes estudiados, siempre superó a K 31, siendo un 28% y 46% más productiva en

términos de rendimiento total anual e invernol respectivamente (García et al., citados por Formoso, 2010).

Según datos de INIA e INASE correspondientes a los años 2012, 2013 y 2014, la producción promedio de forraje durante el primer año de vida fue de 8155 kg/ha de materia seca (INASE, 2015).

En lo que se refiere al cultivar INTA Brava, el mismo surge del mejoramiento del cultivar de INTA llamado Palenque Plus, Brava se destaca de este último por características agronómicas como ser mayor proporción de hojas, más anchas y flexibles que le brindan buena digestibilidad, tolerancia a ciertas enfermedades foliares, producir mayor cantidad de forraje en invierno-verano y también ser capaz de tolerar sequías temporarias (Rimieri, 2009). En mezcla con trébol blanco presenta excelente potencial productivo, superando las 15 toneladas de materia seca por hectárea (Rimieri, 2009).

INTA Brava fue evaluado por INIA e INASE en 2008 y 2009 arrojando un promedio de 6551 kg/ha de MS en su primer año y 11124 kg/ha de MS en el segundo año (INASE, 2010).

Como último cultivar está Tuscany II (denominación comercial PCTF 2), un cultivar americano el cual está presente en Uruguay gracias a la empresa semillera Procampo Uruguay. Según datos aportados por la empresa este cultivar se caracteriza por su rusticidad, producción y excelente sanidad. Cabe destacar que no se encuentra mucha información de este cultivar.

### 2.1.2. *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne invernol con hábito de crecimiento cespitoso. Vulgarmente se lo llama pasto ovido o pasto azul. Es una especie C3.

Las hojas son de color verde azulado, presentan una nervadura central. La lígula es blanca y visible, hoja y vaina son glabras (Langer, 1981b). Posee un sistema radicular superficial y macollas muy comprimidas intravaginales (Carámbula, 1977).

Su mejor comportamiento lo presenta en suelos francos de buena fertilidad y permeables, aunque se adapta a un amplio rango de suelos, desde arenosos a pesados. Resiste muy bien a la acidez y el sombreado, esto último permite utilizarla en siembras consociadas (Carámbula, 2010a). Por otro lado, se destaca como una debilidad de esta especie la baja tolerancia al exceso de humedad (Carámbula, 2010a).

En comparación con otras especies cabe destacar que su implantación es mayor que la festuca (Carámbula, 2010a), y también 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 (Bautés y Zarza, 1982). Sin embargo, en el total de su vida produce menos materia seca que las especies anteriormente nombradas. Presenta menor engramillamiento con respecto a otras especies ya que presenta un buen crecimiento estival debido a su capacidad de tolerar la sequía (García, 2003).

A diferencia de falaris (*Phalaris aquatica*) y festuca las sustancias de reserva de esta especie se ubican en las bases de las macollas y en las vainas de las hojas. Acepta un pastoreo rotativo, defoliaciones frecuentes, pero no intensas, ya que de ocurrir esto último los animales estarán consumiendo directamente las reservas y afectarán la persistencia de las plantas (Carámbula, 2007). Pastoreos continuos e intensos, especialmente en verano, reducen su persistencia (García, 2003). En otoño se debe permitir un crecimiento que asegure una buena acumulación de reservas y en primavera evitar los manejos aliviados, ya que se forman matas endurecidas (Ayala et al., 2010).

Se comporta muy bien sembrada con leguminosas tales como alfalfa o lotus, para esto se adaptan mejor los cultivares con resistencia al frío y alto crecimiento en la primavera temprana (Carámbula, 2010a). A su vez, debido a su porte más erecto, a su floración tardía y al buen crecimiento que presenta en verano, se destaca como la gramínea perenne que mejor se asocia con alfalfa, tanto para pastoreo como para forraje conservado (García, 1995a).

El cultivar utilizado en este experimento fue INIA Perseo, el cual fue obtenido de INIA Estanzuela con énfasis en rendimiento y sanidad. Se destaca por su floración temprana (próximo al 7 de octubre) y la encañazón se produce antes que el cultivar INIA Oberón (Ayala et al., 2010). Posee rendimientos de forraje destacables y superiores que el testigo de INIA LE Oberón en verano y otoño. Cabe destacar que se lo compara con INIA Oberón ya que fue la primera variedad de dactylis mejorada en el país (Ayala et al., 2010).

Los principales problemas que presenta esta especie son el daño por pisoteo y el pastoreo intenso (Langer, 1981b). Es un cultivar resistente a royas, pero tiene un peor comportamiento frente a manchas teniendo en algunos años mucha área foliar afectada por las mismas (INASE, 2010). Se aconseja realizar siembras superficiales (0,5 - 1 centímetros).

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro 1. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Dactylis glomerata* cultivar INIA Perseo, expresado en kg/ha/año de MS

| kg/ha/año MS | Año   |      |      |
|--------------|-------|------|------|
|              | 1     | 2    | 3    |
| Promedio     | 8039  | 8018 | 6219 |
| Máximo       | 10609 | 1131 | 8974 |
| Mínimo       | 5487  | 5812 | 2761 |

### 2.1.3. *Medicago sativa*

Es una leguminosa de hábito de vida perenne, de ciclo de producción Estival, generalmente de crecimiento erecto a partir de corona, aunque hay cultivares rastreros (Carámbula, 2010a).

Es de buen vigor inicial y se establece rápidamente, tiene buen potencial productivo primavero-estivo-otoñal y alta capacidad de fijar nitrógeno (Carámbula, 2010a).

El hábito de crecimiento es erecto a partir de corona (Rebuffo, 2000). Posee hojas trifoliadas, con el pecíolo central más desarrollado.

Crece bien en suelos francos, profundos, con subsuelo permeable especialmente con buen drenaje y con altos niveles de fósforo (Carámbula, 1977). Se caracteriza por sus exigencias elevadas en cuanto al grado de acidez de los suelos, indefectiblemente pH de 6 o más. 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). La alfalfa posee una raíz pivotante que se orienta perpendicularmente, la cual es muy sensible al pH, por lo cual de sembrarse en un suelo ácido o con un subsuelo arcilloso, el sistema radicular tendería a crecer hacia los costados y no penetrar profundamente, afectando el vigor y la producción, dando lugar al ingreso de malezas (Langer, 1981a). Esta puede alcanzar los 8 a 10 metros de profundidad, llegando al agua de capas más profundas. En la corona se asientan las yemas que dan origen a los tallos (Carámbula, 1977).

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).

Estudios detallados de Leach, Langer y Keoghan, citados por Langer (1981b), han demostrado que las yemas situadas en o próximas a la corona son los centros de regeneración más importantes. Una de las principales razones por las que la defoliación de la alfalfa debe realizarse en el momento oportuno, es la de permitir el desarrollo de un sistema radicular profundo, del cual depende la resistencia de la planta a la sequía. La alfalfa requiere un suelo bien drenado y condiciones no demasiado ácidas para una producción y persistencia óptimas (Langer, 1981a).

Los cultivares que se comercializan en el Uruguay, se clasifican de acuerdo a su grado de reposo invernal en: sin reposo, con reposo corto y con reposo largo, cuyas características se presentan en el siguiente cuadro. El mayor contraste entre grupos se observa entre las arquitecturas de las plantas, la persistencia y la estacionalidad de la producción de forraje (Carámbula, 2010a).

Cuadro 2. Características de los cultivares en función del grado de reposo invernal

|                | Grupo      |              |              |
|----------------|------------|--------------|--------------|
|                | Sin reposo | Reposo corto | Reposo largo |
| Tipo de corona | Chica      | Grande       | Grande       |
| Persistencia   | Media      | Larga        | Larga        |
| Forraje en:    |            |              |              |
| Otoño          | Alto       | Medio        | Bajo         |
| Invierno       | Medio      | Bajo         | Nulo         |
| Primavera      | Medio      | Alto         | Alto         |

Fuente: Rebuffo (2000).

El cultivar usado en el experimento fue Estanzuela Chaná, la cual es una variedad que fue seleccionada por persistencia en alfalfares de origen italiano. Las principales características del cultivar son: plantas de porte erecto, posee latencia invernal, coronas grandes, tallos largos y una fecha de floración intermedia y poco profusa, yendo desde los meses de noviembre a marzo inclusive.

Cuadro 3. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Medicago sativa* cultivar Estanzuela Chaná, expresado en kg/ha/año de MS

| kg/ha/año/MS | Año   |       |       |      |
|--------------|-------|-------|-------|------|
|              | 1     | 2     | 3     | 4    |
| Promedio     | 8134  | 13247 | 9038  | 5903 |
| Máximo       | 13476 | 19120 | 14584 | -    |
| Mínimo       | 3641  | 8240  | 6182  | -    |

#### 2.1.4. *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne, aunque puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano, ya que sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano. Es de hábito estolonífero y ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera (Carámbula, 2010a). Su persistencia depende principalmente de las condiciones hídricas del verano, la falta de humedad en el suelo puede determinar la muerte de plantas. 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. Vulgarmente se conoce como trébol blanco.

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

Esta especie es glabra, de hábito postrado con muchos tallos extendiéndose por la superficie del suelo y produciendo raíces adventicias en cada nudo. El sistema radicular primario se pierde una vez que la planta se establece (Smetham, 1981a).

Si bien se adapta muy bien a pastoreos intensos (3 cm), el pastoreo no debe ser severo y exagerado. El IAF óptimo bajo es una de las características que la hacen muy buena para el pastoreo intenso, logrando incluso altos rendimientos de materia seca. Otra de las características favorables es la disposición de las hojas viejas en la planta, las cuales se encuentran en el estrato superior al alcance de los animales en el pastoreo, quedando las hojas nuevas 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). La floración no es un problema ya que florece y el estolón puede continuar su crecimiento (Carámbula, 2010a).

Esta especie puede permanecer tanto de forma vegetativa como semilla dura, lo que le permite ocupar nichos vacíos en la pastura (Carámbula, 2010a). Esta es una de las grandes ventajas en cuanto a la capacidad de persistencia.

El crecimiento del trébol blanco se ve disminuido en suelos pobres, muy ácidos o arenosos, aunque se adapta a un amplio rango de suelos, produciendo buenos rendimientos siempre y cuando se tenga suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo (responde a niveles crecientes de éste nutriente).

Según García (1995b), el principal carácter de diferenciación de cultivares ha sido el tamaño de hoja. A su vez, en estudios realizados en Nueva Zelanda, se agrega como criterio de clasificación el contenido de cianogénesis en planta. Esto implica la presencia de glucósidos que por hidrólisis enzimática libera ácido cianhídrico (Caradus, citado por García, 1995b).

Los grupos de cultivares quedarían definidos, según Carámbula (2010a), como:

- Cultivares de hoja pequeña: incluye los tipos salvajes, son muy prostrados, de estolones largos y tanto hojas como flores son pequeñas. Son de ciclo corto y bajo rendimiento, y su virtud principal es la persistencia, aunque depende de factores tales como el manejo, la fertilización y enfermedades (cvs. Kent, Wild y S 184).

- Cultivares de hoja de tamaño intermedio: poseen caracteres intermedios entre los grupos extremos y son usados principalmente en pasturas de media a corta vida. Son ejemplo de éstos los cultivares Estanduela Zapicán, El Lucero, Bage, Huía, entre otros.

- Cultivares de hoja grande: la mayoría son del tipo ladino, de porte más alto, con estolones gruesos y hojas y flores grandes. Buenas producciones con condiciones de humedad adecuadas, pero siempre que el manejo sea aliviado.

El cultivar Estanduela Zapicán se encuentra dentro del grupo de cultivares de tamaño intermedio, aunque Ayala et al. (2010) colocan al cultivar dentro del grupo de tamaño de hoja grande. Este fue obtenido en La Estanduela a partir de introducciones realizadas de Argentina.

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación. Para el tercer año solamente se encontró un dato publicado y por tanto se menciona una vez.

Cuadro 4. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Trifolium repens* cultivar Estanzuela Zapicán, expresado en kg/ha/año de MS

| kg/ha/año/MS | Año   |       |      |
|--------------|-------|-------|------|
|              | 1     | 2     | 3    |
| Promedio     | 6770  | 7452  | 6481 |
| Máximo       | 12001 | 10939 | -    |
| Mínimo       | 2111  | 1546  | -    |

En muchos casos, a partir del tercer año se reduce su persistencia por estolones, por lo que es necesario realizar un adecuado manejo que asegure una buena resiembra (García et al., 1991). Con respecto a su estación de crecimiento, ésta va desde marzo a diciembre con un pico de producción en octubre, y viéndose deprimido su crecimiento en verano.

#### 2.1.5. *Lotus corniculatus*

El género *Lotus* comprende leguminosas muy variadas, y dentro del mismo se pueden encontrar especies con hábitos de vida perenne y anual, como también con ciclo de producción estival e invernal. El *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). Posee bajo vigor inicial y lento establecimiento (Pereira Machín, 2008).

Presenta la capacidad de permitirse en siembras puras, ya que no presenta meteorismo. Tiene muy buena capacidad para fijar nitrógeno, aunque menor que el trébol blanco.

Es una especie poco exigente en cuanto a requerimientos de suelo. Es una especie sumamente plástica, pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arenosos como arcillosos (Carámbula, 2010a). Es poco apto a suelos superficiales debido a que limitan el crecimiento radicular (Zanoniani y Ducamp, 2004). También se ha observado que crece bien donde el pH del suelo varía entre 6,4 y 6,6 (Hughes et al., citados por Smetham, 1981a).

Su resistencia a la sequía, su alto valor nutritivo y su persistencia, hacen que esta especie sea muy recomendable para ser incluida en mezclas forrajeras. Se recomienda en suelos donde la alfalfa (*Medicago sativa*) no prospera (Formoso, 1993).

El manejo del pastoreo debe ser con frecuencias de 20-25 cm e intensidades de 7,5 cm (Carámbula, 2010a). 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). 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).

La reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona se ve favorecida por un manejo intenso en el otoño, haciendo que la luz alcance horizontes más profundos. Esto es fundamental para aprovechar la buena producción de semilla y la resiembra natural de la especie (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Responde muy bien a la fertilización con fósforo y al encalado, pero pudiendo subsistir con bajos porcentajes de éste nutrientes (Carámbula, 2007).

Los cultivares de esta especie se pueden agrupar en dos grandes grupos: tipo europeo y tipo empire, siendo estos diferentes en su producción invernal. Todos los cultivares utilizados en Uruguay corresponden al primer tipo, los cuales poseen crecimiento en invierno cuando no se presentan fríos extremos. También son definidos como sin latencia o dormancia invernal. Los de tipo empire fueron los primeros cultivares seleccionados en Estados Unidos y tienen un largo período de reposo invernal que en Uruguay se prolonga desde abril hasta setiembre (Ayala et al., 2010).

En el ensayo se utilizó el cultivar San Gabriel, el cual es uno de los cultivares más comercializados del país.

La variedad San Gabriel fue introducida desde Brasil (São Gabriel, Rio Grande do Sul) y se reprodujo en La Estanzuela desde los años 70. Presenta una floración temprana (noviembre) y muy prolongada. Tiene excelente capacidad para producir en suelos marginales, en comparación con otras especies y cultivares (Ayala et al., 2010). Se caracteriza por tener una producción de forraje durante todo el año, aunque durante el invierno el cultivar tiene un cese en la producción de materia seca explicado por una disminución de la temperatura y alcanzando temperaturas inferiores a las óptimas de fotosíntesis neta y no explicado por mecanismos de latencia (Formoso, 1993).

Esta especie es susceptible a enfermedades de raíz y corona, las cuales son provocadas principalmente por hongos y nematodos. Esto trae como consecuencia que luego del segundo año se registre una pérdida de plantas, lo que provoca una disminución en la producción de materia seca (Formoso, 1993).

Cuenta con un 61% de cobertura de la fila al tercer año, siendo esto un dato de persistencia promedio dentro de los cultivares evaluados (INASE, 2004). En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro 5. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel, expresado en kg/ha/año de materia seca

| kg/ha/año/MS | Año   |       |      |
|--------------|-------|-------|------|
|              | 1     | 2     | 3    |
| Promedio     | 6317  | 9198  | 2355 |
| Máximo       | 10151 | 15127 | -    |
| Mínimo       | 3686  | 5050  | -    |

## 2.2. IMPLANTACIÓN

En el proceso de instalación de una pradera, existen tres grandes etapas: germinación, emergencia y establecimiento. La respuesta de la planta al ambiente durante las primeras etapas del desarrollo, determinan la persistencia de la pastura (Raguse et al., 1970).

El crecimiento inicial es uno de los más difíciles en la fase de vida de las pasturas en la cual se registra una gran mortandad de plántulas, alcanzando más del 90% si las condiciones son malas. Esta mortandad, se produce como consecuencia de varias causas, entre otras, la ocurrencia de extremos hídricos en el suelo, registros de baja temperatura, ataques de enfermedades y plagas, y la presencia de sustancias alelopáticas y de secreciones radiculares (Carámbula et al., citados por Carámbula, 2002).

Según Carámbula (2002) las leguminosas requieren niveles de humedad menor que las gramíneas para germinar debido a características de sus semillas que absorben más agua y germinan más rápido. Por ende, las leguminosas se adaptan a germinaciones en ambientes con niveles restringidos de humedad. Si bien absorben rápidamente agua, también la pierden con velocidad, lo cual es una desventaja.

Una exitosa implantación de especies perennes implica asegurar la supervivencia de plantas desde la siembra hasta superar el primer verano, ya que éste es el período de mayores pérdidas en la mezcla.

### 2.3. MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características, tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación de especies y de los atributos de cada una de ellas en particular, se produce un proceso complejo de interferencia que puede llevar a: una mutua depresión, la depresión de una especie en beneficio de otra, a un mutuo beneficio o a una falta total de interferencia (Carámbula, 2010a).

La mayor producción y uniformidad estacional, menor variabilidad interanual, mayor calidad y menor riesgo de meteorismo podrían ser algunas de las razones por las que se justifica el uso de mezclas en lugar de cultivos puros (Scheneiter, 2005). Por otra parte, los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando las mismas se encuentran en siembras puras, observándose una mayor apetecibilidad por el forraje.

El principal propósito al constituir una mezcla forrajera es obtener de cada especie su aporte máximo en materia seca, expresando de esta forma su verdadero potencial (Carámbula, 1977).

Las condiciones climáticas de Uruguay estarían permitiendo el crecimiento conjunto de un amplio número de especies forrajeras, ya sean de tipo templado como subtropicales. En el verano el crecimiento también se ve afectado en las especies templadas, y la limitante por los niveles de humedad del suelo impide aprovechar totalmente el potencial de producción de las especies subtropicales, mientras que, durante el invierno, las bajas temperaturas hacen que se detenga el crecimiento de las especies subtropicales, y en las templadas el mismo se ve enlentecido.

Sin embargo, en Uruguay existen limitaciones para lograr estos objetivos, dado principalmente por la variación estacional de algunos parámetros ambientales (Santiñaque y Carámbula, 1981).

#### 2.3.1. Importancia de la formulación de las mezclas

Al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla se debe de 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 Urquiza, 2003).

La importancia de la utilización de mezclas forrajeras podría deberse también a que estas permiten una producción más prolongada y sostenida en el

tiempo. Las especies compensan su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo (mayor explotación del ambiente).

Se alarga el período de producción (menor variación interanual), y además la entrega de forraje es más uniforme a lo largo del año y entre años, utilización más flexible del forraje.

Otra virtud es que disminuye el enmalezamiento y aporta un valor nutritivo más balanceado. Niveles de MOD más altos por más tiempo. Menores problemas nutricionales y fisiológicos (meteorismo, hipomagnesemia, toxicidad por nitratos, etc.) favorecen un mayor consumo animal. 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.

Además, para Carámbula (1977), las gramíneas presentan baja sensibilidad al pastoreo y corte, y baja vulnerabilidad a enfermedades e insectos, así como también a la invasión de malezas. Mientras que 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.

La mezcla no puede estar constituida por más de cuatro especies, por otro lado, dichas especies deben poseer un similar comportamiento de crecimiento el cual es muy importante a la hora del manejo (Hall y Vough, 2007). Es importante, además, que no se incluyen especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes.

### 2.3.2. Dinámica de las mezclas

En cuanto a la dinámica de las especies que componen la mezcla durante el ciclo de vida la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa. Esto se explica por una serie de factores: por un lado, 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; por otro 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. Sin embargo, en suelos fértiles ya sea natural o artificialmente, las mezclas se presentan bien balanceadas (Bautés y Zarza, 1982).

Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene su aspecto positivo desde la performance animal, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia dado que, una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo por fijación simbiótica, la invasión de especies mejor adaptadas, pero menos productivas termina dominando las praderas (Carámbula, 1991).

Según Carámbula (2010a), uno de los principales problemas que determinan la inestabilidad de la pastura es la aparición de malezas en verano. Las cuales, en detrimento de las especies leguminosas invernales sensibles a la sequía, aprovechan para ocupar su lugar constituyendo los nichos ideales para estas.

### 2.3.3. Tipos de mezclas

De acuerdo con la especie o cultivar que componen la mezcla, y las características de crecimiento y desarrollo de las mismas, la combinación de éstas mostrará el ciclo previsible que presentará la pastura. El periodo productivo será dado por la especie que domine la pastura cambiando así el objetivo de producir forraje durante todo el año (Carámbula, 2010a).

Los tipos de mezclas que existen son: ultrasimple la cual está compuesta por una gramínea y una leguminosa; simple una gramínea más dos leguminosas, o dos gramíneas más una leguminosa; y, por último, las complejas las cuales se componen de múltiples números de gramíneas y leguminosas. Cuantas más especies contenga una mezcla, más difícil es mantener el balance deseable entre sus componentes. Diferentes condiciones de suelo, fertilidad y pastoreo, llevan indefectiblemente a la dominancia de ciertas especies en detrimento de otras, llevando a que la mezcla se reduzca a simple o cultivos puros. Los ciclos de vida pueden ser similares o complementarios.

El aumento de la diversidad de especies puede ayudar a incrementar la productividad estabilidad y resistencia a la sequía de las mezclas forrajeras, así como de disminuir notoriamente la invasión de malezas en comparación con las mezclas simples (Skinner et al., Sanderson, citados por Formoso, 2011). Mientras que el uso de mezclas compuestas por pocas especies parecería una alternativa debido a que se pueden ajustar las diferentes tasas de crecimiento, y al constituir una mezcla por especies de similares características y que se adapten de manera adecuada al ambiente, se logrará el máximo aprovechamiento de cada una de ellas. Dichas mezclas podrían presentar un problema al realizar una exploración incompleta del medio pudiendo verse amenazado el ciclo de las pasturas por la introducción de malezas. Por otro lado, Jagusch (1981), menciona que en la práctica es muy difícil proveer condiciones

de establecimiento y manejos óptimos para todas las especies de las mezclas complejas, lo que resulta en la desaparición de algunas.

Las pasturas formadas por gramíneas puras sin ser fertilizadas con nitrógeno presentan serias limitantes después del primer año (Bertin y Scheneiter, citados por Carámbula, 2010a), pero con una leguminosa asociada se incrementa ampliamente la producción de forraje de la mezcla (Scheneiter y Pagano, 1998).

Al utilizar mezclas que contengan una gramínea invernada, se debe de tener en cuenta, que en el verano se presentan graves riesgos de enmalezamiento, en particular de gramilla. El grado de reposo que presente la gramínea en verano, es fundamental para determinar las posibilidades de tener problemas de malezas durante esta estación (Carámbula, 2010a). Por esto, contando con suelos aptos, la utilización de mezclas que estén compuestas por una gramínea perenne invernada adecuada, asociada con una variedad de alfalfa adaptada a producir y persistir en el ambiente, posibilita una mayor producción de forraje.

Esta leguminosa, en comparación con otras, le otorga a la mezcla la capacidad de crecer en periodos de sequía, independientemente de la estación del año. La consociación de alfalfa con gramíneas templadas, como el *dactylis*, posiblemente no contribuya a incrementar la producción total de forraje, con respecto a la alfalfa pura, pero es una alternativa para mejorar la curva de oferta de forraje invernada (Kloster et al., citados por Otondo et al., 2008).

Por último, se puede decir que variaciones en las condiciones ambientales para la implantación e instalación de las especies puede provocar la desaparición de alguna de ellas, por lo tanto, puede desequilibrar la pastura (Carámbula, 2010a).

## 2.4. EFECTOS DEL PASTOREO

El manejo de pastoreo en pasturas cultivadas tiene dos objetivos principales bien definidos, los cuales son: “*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).

Estudiar el comportamiento productivo y el manejo apropiado para las diferentes especies y materiales forrajeros podría ser uno de los objetivos centrales para mejorar la eficiencia de producción ganadera, a fin de mejorar la estabilidad de la oferta de forraje a lo largo del año y reducir el impacto de las restricciones climáticas en las variaciones del corto plazo (intra anuales) de dicha oferta forrajera (Agnusdei et al., 1998).

Smetham (1981b), acota, que esto implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos (plantas y animales) muy diferentes, pero interdependientes, con el fin de mejorar el uso del forraje producido sin perjudicar la producción de la pastura.

A lo que Nabinger (1996) agrega que el animal afecta la condición de la pastura a través de los efectos del pastoreo, pero a su vez la pastura afecta directamente la condición del animal a través de la oferta en cantidad y calidad. Estos efectos pueden ser tanto beneficios como indeseables.

Para contrarrestar estos efectos no deseables e incrementar la producción de forraje hay que manejar eficientemente diferentes estrategias de defoliación como la frecuencia e intensidad, para de esta manera favorecer el rebrote y disminuir las pérdidas por senescencia y descomposición (Matthew et al., citados por Garduño et al., 2009).

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).

#### 2.4.1. Parámetros que definen el pastoreo

##### 2.4.1.1. Frecuencia

La frecuencia de defoliación es el intervalo de tiempo entre dos pastoreos sucesivos, la cual es una característica propia del sistema de manejo del pastoreo (Pineiro y Harris, 1978).

Cuanto mayor sea la frecuencia, es decir, menor el tiempo entre dos pastoreos sucesivos menores posibilidades de recuperación tendrá la pastura debido a la disminución del contenido de sustancias de reserva (Carámbula, 1977).

Cuanto mayor sea el número de cosechas (pastoreos o cortes) menor será el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos. Smetham (1981b) agrega, que cuanto mayor son los descansos a los que son sometidas las pasturas, su rendimiento es mayor ya que le da la oportunidad de crecer a una tasa máxima durante mayor tiempo.

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

El elemento que determinará el intervalo entre dos pastoreos sucesivos, o sea la longitud del período de crecimiento de las plantas será la velocidad de la pastura para alcanzar el volumen adecuado de forraje o IAF óptimo (Carámbula, 1996). Este agrega también, que la frecuencia de utilización depende de cada especie o de la composición de la pastura y de la época del año en que se realice.

Como indicadores para decidir la frecuencia ideal de una pastura se pueden utilizar el número de hojas completamente expandidas o la altura. 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. Mientras que Hodgson (1990) definió la altura como un indicador que permite predecir la respuesta de la pastura y el animal.

#### 2.4.1.2. Intensidad

Carámbula (1996) se refiere a la intensidad como la altura del rastrojo al retirar los animales luego de un pastoreo. Hace referencia a la biomasa cosechada luego de un corte, y no solo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la planta, por lo cual este rastrojo debe ser fotosintéticamente eficiente.

Las alturas mínimas hasta las cuales puede dejarse el remanente sin que el crecimiento posterior sea afectado negativamente dependen de cada especie. Por ejemplo, y haciendo referencia a Carámbula (2002) las especies postradas admiten alturas menores de defoliación que las erectas, aunque estas últimas pueden adaptarse adquiriendo arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo intenso. Carámbula (2010b) recomienda para especies postradas pastorear hasta los 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7 cm, la cual es una manera simple de evitar severos daños por mal manejo.

Cuando la pastura es defoliada intensamente se eliminan mayor número de puntos de crecimiento vegetativo afectando el próximo rebrote a lo cual Chilbroste et al. (2005) 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. Beretta et al. (2008) agregan que el aumento de la carga mejora la utilización de forraje producido y la producción de carne por unidad de superficie, pero disminuye la ganancia individual.

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. Mientras que en manejos de altas intensidades de pastoreo se generan pasturas tiernas con alta proporción de hojas y tallos tiernos.

Hablando de intensidad, cuanto más baja sea defoliada una pastura, mayor será el período transcurrido antes de que ésta alcance el IAF crítico (Smetham, 1981b). 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).

Brougham, citado por Agustoni et al. (2008) agrega que 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).

#### 2.4.2. Efectos sobre los componentes de la mezcla

El manejo del pastoreo aplicado a una pradera mezcla recién instalada es de suma importancia y podrá afectar el balance entre sus componentes. Este manejo, junto con factores como el año de implantación de la pastura y la utilización del forraje entre otros, afecta el rendimiento y el equilibrio entre las especies que la componen.

Zanoniani (1999) propone como objetivos del pastoreo, colocar las plantas en iguales condiciones de competencia por los recursos disponibles, permitiéndoles además su recuperación luego de finalizado el pastoreo. De esta forma es necesario descartar el pastoreo continuo tradicional, ya que el mismo no tiene en cuenta estos aspectos. En cambio, el pastoreo rotativo/racional, permitiría contemplar los objetivos anteriores.

Así como el efecto que causa el pastoreo o corte varía con la intensidad, también es diferente entre leguminosas y gramíneas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. También es posible encontrar estas diferencias dentro de las gramíneas cuando se diferencian entre comportamiento erecto o postrado. Sin embargo, las gramíneas de porte erecto tienen, por lo general mayores rendimientos en forraje que las leguminosas y gramíneas de porte postrado, lo cual se debe a que estas últimas alcanzan antes su IAF óptimo ya que sus rebrotes son más rápidos.

De forma muy general, se puede decir que 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, Carámbula (2010a) recomienda pastoreos frecuentes y alto nitrógeno en suelo.

Los animales cosechan el forraje de forma desuniforme. Bajo pastoreo, normalmente las plantas no son pastoreadas de forma total, sino que el animal extrae cierto porcentaje de las mismas. Esta defoliación no es simultánea en el tiempo y muchas macollas y tallos quedan intactos o poco afectados. Con pastoreos muy severos, todas las macollas o tallos son defoliados en forma casi uniforme y simultánea, produciendo un efecto más estresante que con pastoreos normales (Carámbula, 1996).

#### 2.4.3. Efectos sobre la fisiología de las plantas

La forma más sencilla de reducir el área foliar es el pastoreo. Este afecta el nivel de reservas, el proceso de macollaje, la velocidad de aparición de hojas y el crecimiento de las raíces (Carámbula, 1996). La defoliación de la pastura mediante el pastoreo o corte determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y consecuentemente del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996).

Por lo tanto, para incrementar el crecimiento luego de la defoliación se dan los procesos llamados compensatorios, los cuales son; fotosíntesis compensatoria, distribución del carbono, reservas de carbohidratos y otros (Fortes et al., 2004). La prioridad de la planta de maximizar la velocidad de refoliación, utilizando eficientemente la energía remanente sería una de las causas principales para explicar el rebrote.

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 meristemas de crecimiento (Konner, citado por Pérez et al., 2002).

El índice de área foliar luego de un pastoreo (remanente) explican la sensibilidad de la planta al pastoreo. A mayor IAF la planta puede restablecer más rápidamente su actividad fotosintética. Esto ocurre siempre y cuando la masa foliar remanente sea realmente eficiente, por lo que no solo importa la cantidad remanente de hojas, sino también el tipo y estado de las mismas (Carámbula, 2010b).

#### 2.4.4. Efecto sobre el rebrote

La producción de forraje luego de una defoliación depende del rebrote y de ciertos factores que la afectan (Cangiano et al., 1996). Este rebrote depende de si existe eliminación del meristema apical, del nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente y del área foliar remanente y su eficiencia fotosintética (Escuder, 1996).

Existe una relación estrecha entre el área foliar y las sustancias de reservas afectando el comportamiento de las especies ya que la acumulación de sustancias de reservas depende del proceso de fotosíntesis y éste a su vez de la superficie foliar de las plantas.

Para iniciarse un rebrote sin dificultades y sin necesidad de recurrir a las sustancias de reserva el IAF remanente debe permitir a las plantas quedar en situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración. De acuerdo con la altura y la calidad de la pastura luego del pastoreo las plantas tendrán que utilizar o no sustancias de reservas ubicadas, la mayoría de ellas, en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2010b).

Para conservar un nivel adecuado de reservas basta con dejar áreas foliares apropiadas luego de los pastoreos, promover las mismas antes de los períodos de latencia, así como demorar la defoliación al rebrotar las plantas después de períodos de estrés (Vallentine, citado por Carámbula, 2010a).

#### 2.4.5. Efecto sobre las raíces

Hay un claro efecto sobre las raíces producido por la defoliación por corte o pastoreo. Cuando se disminuye de manera brusca la provisión de carbohidratos a las raíces, el crecimiento y la actividad se detienen momentáneamente hasta lograr reemplazar el área foliar (Smetham, 1981b).

Para que las pasturas produzcan abundante forraje, es necesario, entre otros factores, que cuenten con un sistema radicular adecuado, especialmente en momentos de déficits hídricos (Carámbula, 2010a). Cuando ocurre sobrepastoreo, se da una reducción considerable en los sistemas radiculares (Troughton, citado por Carámbula, 2010a).

Cuanto más severo sea el pastoreo en invierno y principios de primavera, la rapidez y eficiencia con que se realiza el proceso de crecimiento del sistema radicular disminuye.

El sistema radicular también puede ser afectado a través del pisoteo, afectando el compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. Como

consecuencia de esto se produce una menor aireación y una menor velocidad de infiltración del agua (Edmond, citado por Carámbula, 2010a).

#### 2.4.6. Efecto sobre la utilización del forraje

La eficiencia de utilización de forraje en un sistema de pastoreo puede ser definida como la relación entre el forraje consumido por los animales y el forraje producido (Hodgson, 1990).

*"La utilización de las pasturas asume alguna forma de defoliación. Las pasturas son cosechadas varias veces por año con corte o pastoreo lo cual, implica perder casi la totalidad de la superficie foliar interceptora de luz. Consecuentemente, la producción depende estrechamente del rebrote y de los factores que lo afectan"* (Davies, citado por Escuder, 1996).

Obtener un 100% de utilización es un aspecto muy difícil desde el punto de vista del pastoreo. De utilizar una dotación alta y un período de pastoreo suficientemente prolongado, la utilización se estaría acercando a este rango; aunque esto no resultaría en una elevada producción del ganado, ni en una producción máxima de la pastura en lo que queda del año (Smetham, 1981b).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma. A mayor intensidad de utilización, el pastoreo deberá ser realizado con mayor control (Carámbula, 1977). Smetham, citado por Escuder (1997), alude que un aumento en la presión de pastoreo conlleva a un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje. Esto implica una disminución en el IAF, y consecuentemente una menor intercepción de luz, provocando una disminución en la eficiencia de producción.

La utilización promedio en la zona del litoral es de 60% para praderas y 70% para alfalfa en verano y 70% en otoño para praderas o alfalfas (García, citado por Leborgne, 1983).

#### 2.4.7. Efecto sobre la calidad

Preservar la pastura con alta calidad nutritiva, es un aspecto que resulta fundamental si se pretende alcanzar los mejores resultados. Las medidas más importantes de calidad de una pastura son la digestibilidad y el contenido de energía bruta de la materia seca (Smetham, 1981b).

Al avanzar el ciclo de vida de las plantas, estas pasan de estado vegetativo a reproductivo, por lo cual sus hojas, principal componente de calidad, contribuyen en una menor proporción al rendimiento de materia seca digestible. De manera que los tallos e inflorescencias aumentan en forma progresiva, por lo que, dado su menor valor nutritivo, la calidad de la pastura descende (Carámbula, 1997).

Se puede decir que la mejor calidad de una pastura se logrará cuando se alcancen altos porcentajes de leguminosas, contribuciones elevadas de hojas verdes y bajos aportes de material en descomposición o muerto (Carámbula, 1996). Esto se debe a que el potencial nutritivo de las leguminosas frente a las gramíneas es mayor, lo cual se debería a que las leguminosas poseen menor concentración de pared celular, una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta que conduce a un mayor consumo (Carámbula, 2010b).

La manera de lograr que una pastura mantenga una alta calidad durante todo el año es realizando manejos del pastoreo que favorezcan la presencia de elevados porcentajes de hojas verdes. De esta manera se alcanzarían digestibilidades del orden de 65% a 75% de digestibilidad, explicado por la menor proporción de pared celular de las hojas y el alto contenido celular (Munro y Walters, 1986).

#### 2.4.8. Efecto sobre la composición botánica

La frecuencia e intensidad de pastoreo genera un cambio en la composición botánica como, por ejemplo, sobre la morfología de las especies (Heitschmidt, 1984).

La selectividad del animal sobre una pastura tiene una influencia directa sobre la composición botánica ya que este comportamiento puede conducir a la desaparición de las especies más apetecibles de la pastura. Los animales concentran el pastoreo de leguminosas frente a las gramíneas, por lo cual se deben realizar manejos que enternezcan estas últimas de modo de aumentar su apetecibilidad, reduciendo en cierta forma dicha selectividad (Carámbula, 2004).

Cuando la composición botánica es modificada, en consecuencia, la distribución de la producción a lo largo del año se ve alterada, pero la producción total anual tiene menor variación (Escuder, 1996). La defoliación, la selectividad y el retorno desigual de nutrientes ejercen efectos importantes sobre la competencia entre especies y la composición de la pastura (Pearson e Ison, citados por Carámbula, 1996).

Un manejo eficiente de la luz a través de la defoliación puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que contribuyen a la pastura. Cuando en la búsqueda de un buen balance entre gramíneas y leguminosas se basa en aumentar la proporción de gramíneas en el tapiz y disminuir la presencia de las leguminosas, se produce un decremento en las producciones animales, por lo tanto, al aumentar la contribución de las leguminosas en detrimento de las gramíneas se incrementan las producciones animales, pero con serios riesgos de meteorismo.

Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, las parcelas fertilizadas cambiaban su composición florística predominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no mostraban cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anula el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2010a).

También, el manejo de pastoreo puede hacer variar las proporciones de las distintas forrajeras, al favorecer especies erectas o postradas según la intensidad en que se realice la defoliación (Harvis y Brougham, citados por Carámbula, 2010b). Al reducir la superficie foliar y permitir la penetración de luz hacia los horizontes inferiores, se verán favorecidas las especies postradas (Carámbula, 1996).

#### 2.4.9. Efecto sobre la persistencia

La persistencia de una especie se relaciona al comportamiento de aparición y muerte de hojas, al proceso de macollaje y a la formación de raíces. Cuando con el pastoreo discontinuo se da lugar a la formación de zonas aliviadas y de zonas sobrepastoreadas, se reduce la persistencia de la pastura al disminuir la probabilidad de formar macollas nuevas (Carámbula, 1977).

La sobrevivencia de las plantas puede ser afectada por cualquier factor que retrase el crecimiento radicular y que como consecuencia afecte negativamente la absorción de agua y nutrientes (Donaghy y Fulkerson, 1998).

La interacción entre frecuencia e intensidad de pastoreo ejerce una influencia muy importante sobre el porcentaje de sobrevivencia de cada una de las unidades de crecimiento, tanto de macollas y tallos, como de estolones y rizomas (Hogdson y Sheath, citados por Carámbula, 2010b). Carámbula (2010b), sostiene que la vida de una pastura depende del manejo al cual se someta el primer año de vida. Con pastoreos demasiado frecuentes, no se permite a las plantas acumular reservas en órganos subterráneos, lo que provoca

la muerte de las mismas cuando llegan épocas donde la humedad de los suelos es insuficiente.

La falta de persistencia ocurre en general por una pérdida de las especies perennes sembradas, básicamente las leguminosas, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque teniendo rendimientos menores a medida que avanza la edad de la pastura. Al disminuir las leguminosas, sus nichos van siendo ocupados por plantas invasoras como malezas y gramíneas ordinarias, muchas veces anuales (Carámbula, 2010b).

A partir del tercer año de una pastura se da un proceso de decadencia en que las plantas se fragmentan en clones y tienden a desaparecer. Estas etapas más rápido pasarán, cuanto más irracional sea el manejo que se aplique (Carámbula, 2010a).

Mediante pastoreos severos en época de floración sobre gramíneas perennes, permitirá controlar severamente el desarrollo de las inflorescencias y los efectos nocivos que acompañan este proceso desaparecen, por lo que la pastura se recuperara fácilmente por su continuo macollaje. Esto promueve el crecimiento vigoroso de los macollos vegetativos existentes y la aparición de los nuevos macollos, lo cual permitiría asegurar la sobrevivencia de un número suficiente de ellos a través de sistemas radiculares más amplios, necesarios para garantizar un buen rebrote y un buen potencial para los meses siguientes (Carámbula, 2010b).

Además, el pastoreo interacciona en forma compleja con los factores ambientales dominantes y con las especies que componen la pastura. Cuando las presiones ambientales son severas (altas temperaturas, sequías), el manejo se vuelve crítico, para tratar de no afectar la persistencia de las plantas.

#### 2.4.10. Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal

Chilibroste et al. (2005) señalan que 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.

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 et al., 1996). Mott (1960), considera la carga animal como la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y de la persistencia productiva de la pastura sembrada. Adicionalmente, sostiene que cuando en un sistema se mantienen cargas bajas la producción por animal es alta, pero aumentos sucesivos de la carga a partir de determinado momento provoca, disminución en la ganancia individual.

Esto se explica porque a disponibilidad de forraje comienza a limitar el consumo por animal e incrementa la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de ciertos rangos ya que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal.

El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo. Para lograr altas eficiencias de conversión del pasto en producto animal, es necesario un ajuste de la carga animal y el método de pastoreo con el crecimiento de las pasturas (Escuder, citado por Cangiano et al., 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 (Lemaire y Chapman, citados por Chilbroste et al., 2005).

El consumo máximo se registra cuando la asignación es tres o cuatro veces mayor a la cantidad consumida pero el consumo comenzara a disminuir cuando la asignación de forraje es dos veces menos que el consumo. La performance animal aumenta de forma decreciente conforme aumenta la asignación de forraje, esto refleja la influencia de la misma sobre la cantidad de forraje consumido (Jagusch et al., Rattray et al., citados por Hodgson, 1990).

El consumo de forraje por animales en pastoreo está determinado por factores relacionados con el animal, la pastura, el manejo y el ambiente. Con respecto a la pastura, se considera la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad de forraje y su madurez. Con respecto al manejo se considera la cantidad de forraje por animal y por día y el sistema de pastoreo. Con respecto al animal, se puede citar la edad, el peso, el estado fisiológico, la condición corporal, entre otros (Cangiano et al., 1996).

Hay factores del pastoreo que también van a ser muy importantes en el desempeño animal. Tales factores surgen de la interacción animal-pastura. El consumo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (g/minutos) 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 (Chilbroste, 1998). El peso de cada bocado se compone del volumen de forraje cosechado por el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. A su vez este peso está relacionado en forma directa con la altura inicial de la pastura (Hodgson, 1984).

## 2.5. PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.5.1. Aspectos generales de la producción animal en pastoreo

La producción de carne por los animales está explicada por la estrecha relación que existe entre la cantidad, de calidad del forraje que consumen y de la eficiencia con que es cosechado. Para que se den estas condiciones es necesario un óptimo manejo de las pasturas, donde es muy difícil para el productor poder lograrlo durante un largo tiempo ya que las pasturas jóvenes a comienzos del estado vegetativo poseen la máxima calidad, es decir máxima digestibilidad, pero rinde pocos kilogramos de materia seca por hectárea (Rovira y Velazco, 2008). A medida que se va desarrollando la pastura aumenta el rendimiento de materia seca, de manera que se va perdiendo calidad debido a la menor digestibilidad de esta, por lo que disminuye el consumo animal.

El consumo de la pastura es componente principal que pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles. 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 de la eficiencia con que la digiere y metaboliza los nutrientes consumidos (Waldo, 1986).

Dentro del consumo 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). Por lo tanto, el manejo de la pastura es el manejo del consumo, y dentro de estos la cantidad y calidad del consumo son los que definen la performance animal.

El consumo y requerimiento de los animales difieren a lo largo del año, debido a variaciones en las dotaciones y a las distintas demandas nutricionales. En general estos cambios, tanto en la producción de forraje como en las exigencias de los animales, generan períodos alternados de exceso y escasez de forraje, provocando una baja eficiencia en el uso de las pasturas (Carámbula, 1977).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y la producción por hectárea (Mott, citado por Jagusch, 1981). Es posible incrementar el consumo individual disminuyendo la dotación, pero esto aparejará una disminución en la producción por hectárea. Por otro lado, la máxima utilización de forraje por unidad de área se puede lograr a través de una mayor dotación, viéndose disminuido el consumo animal, de tal manera que incluso no se pueda llegar a satisfacer las necesidades del mantenimiento, produciéndose entonces pérdidas de peso (Rovira, 2012).

La carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia de la pradera. A nivel del predio, el efecto carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo, generalmente denominada intensidad (Chilibroste et al., 2005).

### 2.5.2. Relación entre consumo-disponibilidad-altura

La asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en pastura y uno de los más manejables cuando se pretende manejar el pastoreo (Hodgson, 1984).

Poppi et al., citados por Cangiano et al. (1996) refieren a que existe variación en la relación del consumo o la ganancia de peso, con la oferta de forraje. Tanto la altura como la densidad inciden en la facilidad de cosecha por parte del animal, por lo tanto, sobre el peso de bocado y su consumo diario.

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo (Cangiano et al., 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.

### 2.5.3. Relación asignación de forraje-consumo

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 (Wales et al., 1998).

La producción animal por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en la disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes (Allegrí, 1982).

Hodgson (1984) asegura que la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en pastura y uno de los más manejables cuando se pretende manejar el pastoreo. Pero este se debe manejar considerando que la dotación influye directamente en la utilización

del forraje y en la vida productiva de la pastura (Cardozo, citado por Almada et al., 2007).

Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), asegura que incrementos en la asignación de forraje de hasta 10 kg MS cada 100 kg PV provocan aumentos en la tasa de consumo de materia seca, incrementos posteriores no provocan aumentos en la tasa de consumo. A bajas asignaciones de forraje se producen reducciones en el consumo debido a la dificultad de ingesta del forraje.

También Almada et al. (2007) realizaron un trabajo con novillos de raza Holando, los cuales se encontraban pastoreando en una mezcla compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, de primer año de vida. Utilizaron diferentes ofertas de forraje (OF), encontrándose variaciones en las ganancias medias diarias (GMD) en cada una de ellas. Siendo las OF 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5% del peso vivo, las GMD fueron 1,0; 1,5; 1,7 y 1,7 kg/animal/día respectivamente. En cuanto a las producciones de peso vivo (PV) por hectárea, de acuerdo a las OF ya mencionadas, se obtuvieron producciones de 1100, 900, 700 y 500 kg respectivamente, concluyendo que, a mayor oferta de forraje, las producciones de carne fueron menores.

Agustoni et al. (2008) trabajaron sobre terneros de la raza Holando sobre una pradera de segundo año, conformada por las mismas especies del trabajo anteriormente mencionado. En dicho trabajo, encontraron una tendencia similar, ya que al disminuir la OF se registraron menores GMD, pero se registraron mayores producciones por hectárea. Los autores recomiendan utilizar OF del entorno al 6% de peso vivo ya que con dicha oferta se registró la mayor producción por hectárea (530 kg/ha), y una performance individual de 1,450 kg/animal/día.

Datos de Rovira (2005), muestran que novillos Hereford y cruza Aberdeen Angus de 320 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 ofertas de forraje de 5,0; 9,0 y 15,0% del peso vivo, obtuvieron GMD individuales de 0,85; 1,1 y 1,0 kg/animal/día respectivamente, logrando producciones de 160, 140 y 100 kg/ha de PV.

Trabajos realizados por Capandeguy y Larriera (2013), trabajando sobre la mezcla dactylis con alfalfa en su primer año de vida 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/animal/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/animal/día y una producción de 128 kg/ha PV.

Por otra parte, en la EEMAC por López et al. (2012), trabajando sobre la misma mezcla en su primer año de vida, durante 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/animal/día y 409 kg/ha de carne. En tanto Bianchi et al. (2012) obtuvieron 275 kg/ha PV, y 1,2 kg/animal/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.

## 2.6. HIPÓTESIS

Existen diferencias en la productividad de forraje de las distintas mezclas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

##### 3.1.1. Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía, EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), en el departamento de Paysandú (Latitud 32° 22'31.62" S y Longitud 58° 3'47.75" O), en el potrero No. 34, en el periodo transcurrido entre el 24 de julio y el 14 de noviembre de 2017.

##### 3.1.2. Información meteorológica

El Uruguay presenta un clima templado a subtropical (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 es el mes más cálido, presenta temperaturas que oscilan entre 22 °C y 27 °C, mientras que en julio (el mes más frío) las temperaturas oscilan entre los 11 °C 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, de escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976), el área experimental se ubica sobre la unidad San Manuel, la cual pertenece a la formación geológica Fray Bentos. Los suelos dominantes allí presentes son brunosoles éutricos típicos (háplicos), superficiales a moderadamente profundos, de textura limo-arcillosa. Como suelos asociados se encuentran brunosoles éutricos lúvicos y solonetz solodizados melánicos, de textura limosa y franca, respectivamente.

##### 3.1.4. Antecedentes del área experimental

Las mezclas fueron evaluadas en su cuarto año de vida, y fueron sembradas sobre un rastrojo de pradera mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*.

La fecha de siembra fue el 29 de mayo de 2014, y en este caso fue evaluada al final de su cuarto año de vida. La densidad de siembra para *Dactylis glomerata*, cv. INIA Perseo fue de 10 kg/ha, y para *Medicago sativa* cv. Chaná

fue de 12 kg/ha. Para *Festuca arundinacea* se sembraron los cv. Tacuabé, Tuscany II, y Brava, a una densidad de siembra de 15 kg/ha para los tres casos, y además *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Trifolium repens* cv. Zapicán a densidades de siembra de 8 kg/ha y 2 kg/ha respectivamente.

A la siembra las pasturas fueron fertilizadas con 100 kg/ha de fertilizante binario 7-40-0. A principios del mes de agosto de 2014 fue fertilizado todo el potrero con 100 kg/ha de urea, y a mediados del mismo mes se aplicaron 400 cc/ha de preside (flumetsulam), solamente en los bloques 3 y 4.

### 3.1.5. Tratamientos

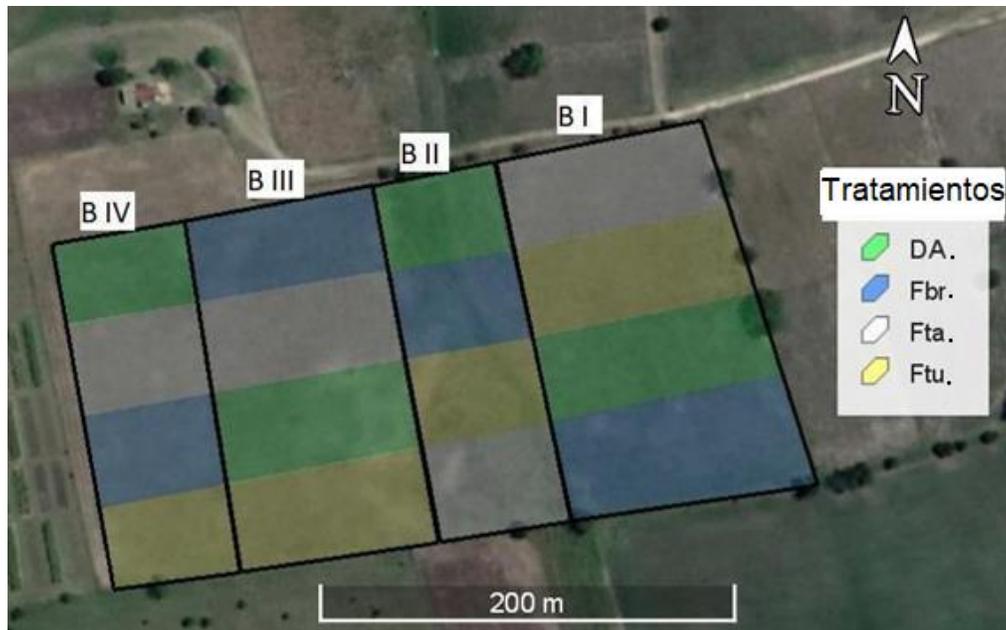
Los tratamientos consistieron en cuatro mezclas forrajeras, combinando una especie de gramínea con una o dos leguminosas, pastoreadas con novillos Holando de año y medio de 111 kg. Estos fueron:

- *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* (DA).
- *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (FTa).
- *Festuca arundinacea* cv. Tuscany II, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (FTu).
- *Festuca arundinacea* cv. Brava, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (FBr).

### 3.1.6. Diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques completos al azar. Para el mismo se utilizó un área de 5,4 hectáreas, la cual se dividió en 4 bloques y a su vez estos en 4 parcelas, obteniendo un total de 16 parcelas.

Figura 1. Diseño experimental para los tratamientos



## 3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 3.2.1. Mediciones de las principales variables

#### 3.2.1.1. Forraje disponible y remanente

El forraje disponible previo al pastoreo y el remanente posterior a este último se midieron con el fin de obtener la materia seca desaparecida y el crecimiento entre dos pastoreos sucesivos.

El método utilizado en la determinación de la disponibilidad y el remanente fue basado en el doble muestreo de Haydock y Shaw (1975). Este método consiste en determinar, mediante apreciación visual, 5 puntos de diferente disponibilidad de forraje. Tanto en los puntos extremos, como en los puntos intermedios, se tomaron 3 muestras, totalizando así 15 muestras por parcela, tanto en disponible como para remanente.

Para realizar el muestreo se utilizó un rectángulo de 50\*20 cm, dentro del cual se midieron tres alturas en la diagonal del rectángulo, tomando como valor de altura el punto de contacto más alto entre la hoja y la regla. Luego, utilizando una tijera, se realizaron los cortes a ras del suelo. Las muestras fueron embolsadas y luego de 48 horas de secado en una estufa a 60 °C, se determinó el peso seco de las mismas. A partir del peso seco obtenido por muestra, se

puede determinar los kilos de materia seca por hectárea que representa cada muestra. Luego se establece una ecuación de regresión entre los kilogramos de materia seca obtenidos de cada muestra y la altura de las mismas.

#### 3.2.1.2. Altura del forraje disponible y remanente

Para el cálculo de altura se realizaron en cada parcela 30 observaciones sistemáticas al azar donde se midió la altura del punto de contacto de la hoja más alta con la regla al centro del rectángulo de 20\*50 cm. 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.

#### 3.2.1.3. Producción de forraje

La producción de forraje en kg de materia seca por hectárea fue calculada como la diferencia entre el forraje disponible y el forraje remanente, ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura durante el período de pastoreo.

#### 3.2.1.4. Materia seca desaparecida

Hace referencia a la materia seca que desaparece durante el período de pastoreo, es la diferencia entre el disponible y el remanente.

#### 3.2.1.5. 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.

#### 3.2.1.6. Porcentaje de utilización

Se refiere a la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la disponible, su cálculo se realiza a partir de la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible.

#### 3.2.1.7. Composición botánica

Hace referencia a la participación porcentual de las fracciones: gramíneas, leguminosas, malezas, restos secos y suelo desnudo en la pastura. Para cuantificar dicho porcentaje se utiliza el método Brown (1954), el cual permite, mediante apreciación visual dentro del rectángulo de 20\*50 cm, obtener la proporción de cada componente en términos porcentuales para luego de 30 observaciones obtener un valor promedio de cada componente en la parcela.

#### 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 del año 2017.

#### 3.2.1.9. Oferta de forraje

La oferta de forraje hace alusión a los kilogramos de materia seca disponible por día cada 100 kilos de peso vivo animal.

#### 3.2.1.10. Ganancia de peso media diaria

Para calcular y obtener la ganancia media diaria individual (kg/día), se dividió a la ganancia total (diferencia entre peso vivo al inicio y al final del período), entre el número de días en los cuales el animal estuvo realizando el mismo.

#### 3.2.1.11. Producción de peso vivo

Son los kilogramos de peso vivo producidos por hectárea. Se calcula como el cociente entre la ganancia de peso vivo en el periodo dentro de cada tratamiento y la superficie total de los mismos.

### 3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar los datos se utilizó el programa infostat para realizar el análisis de varianza entre tratamientos, determinando si existen diferencias entre los mismos. En el caso de que existan diferencias, se realiza una prueba de comparación de medias (LSD), utilizando un nivel de significancia del 10%.

#### 3.3.1. Modelo estadístico

Para realizar el análisis es necesario contar con un modelo estadístico que se ajuste al experimento, este modelo corresponde a un diseño en bloques completos al azar (DBCA).

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j + M_k + \xi_{ijk}$$

Siendo:

- $Y$  = corresponde a la variable de interés
- $\mu$  = es la media general

- $t_i$  = es el efecto de la i-ésimo tratamiento
- $\beta_j$  = es el efecto del j-ésimo bloque
- $M_k$  = es el efecto del k-ésimo momento por estación
- $\xi_{ij}$  = es el error experimental

### 3.3.2. Hipótesis estadística

Ho:  $T_1=T_2=T_3=T_4$

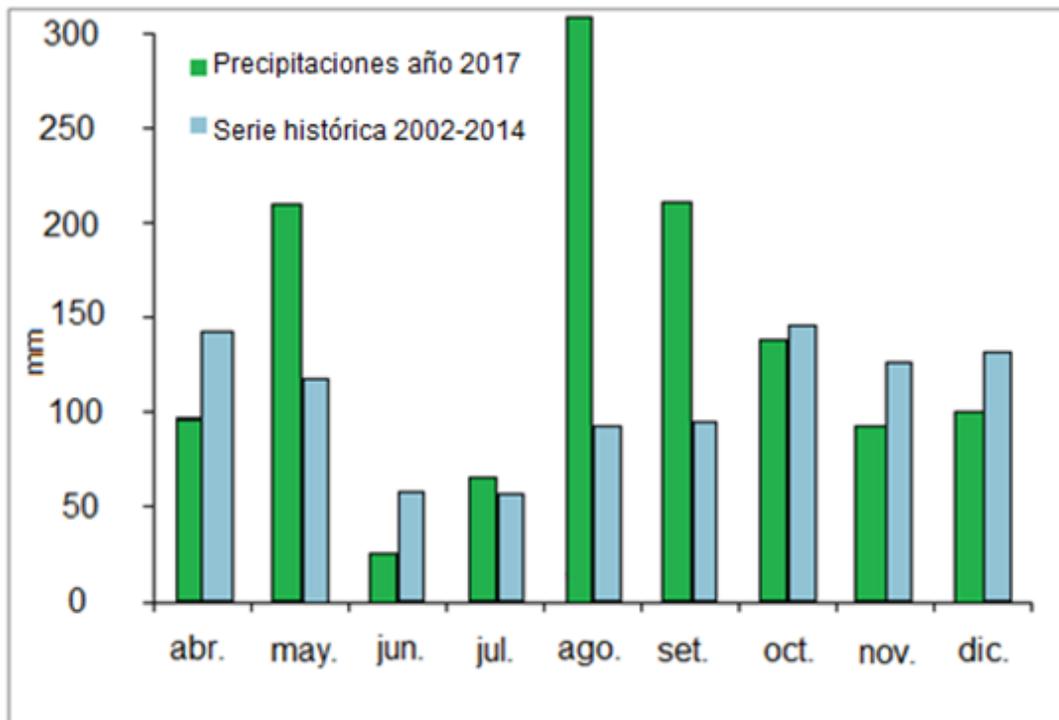
Ha: existe al menos un T1 diferente.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación, se presentan las características ambientales para el período experimental, se consideran los datos de precipitaciones y temperatura de una serie histórica que abarca los años entre 2002 y 2014 (12 años), y por otro lado los datos meteorológicos del año 2017, en el que fue realizado el experimento. Se realizó una comparación mediante gráficas entre los promedios de los registros de dicha serie histórica, y los promedios del año 2017, para el período de abril a diciembre; las cuales se presentan a continuación.

Gráfico 1. Régimen de precipitaciones mensual ocurridas desde abril a diciembre de 2017 vs. promedio mensual de la serie histórica 2002-2014

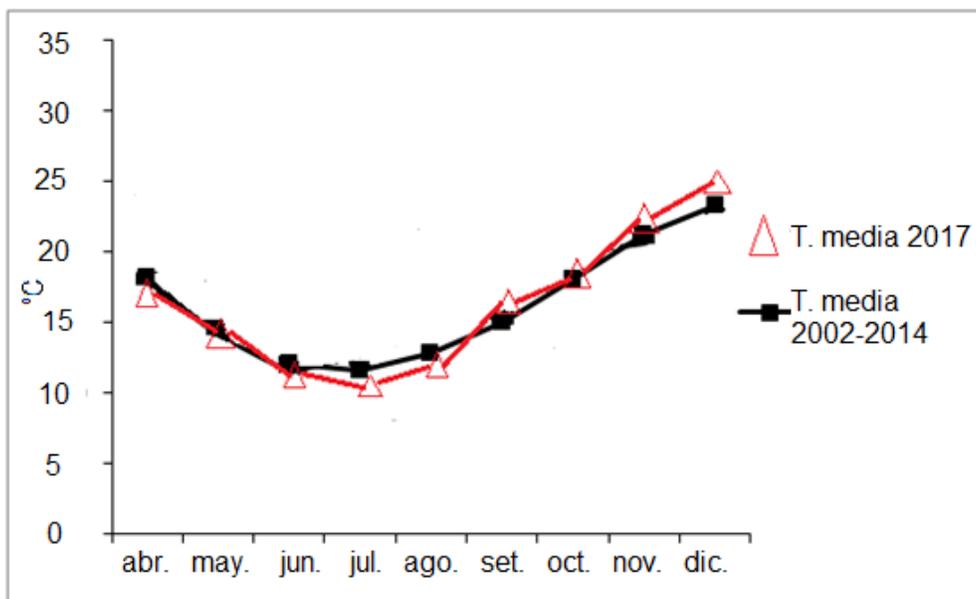


Puede observarse una marcada diferencia entre alguno de los meses en estudio y los de la media histórica, por lo que el año en el que se desarrolló el experimento no presentó características similares a la media del período histórico considerado en cuanto al régimen pluviométrico. En más detalle, el periodo de fin de invierno e inicio de primavera presentó registros pluviométricos por encima de la media histórica.

Para los demás meses, no es tan notoria la diferencia, resultando en algunos meses más alto el registro y en otros más bajo, comparando 2017 con el régimen histórico, lo que no tendría mucho efecto a la hora de sacar conclusiones del trabajo.

Cuando se comparan las temperaturas medias del año de estudio (2017) con la media histórica (2002-2014) se denota que no se encuentran diferencias entre estas, lo que permite decir que la temperatura media en el periodo de estudio no tiene efecto alguno sobre los resultados del trabajo.

Gráfico 2. Comparación de temperaturas entre 2017 y media de 2002-2014



## 4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

### 4.2.1. Disponibilidad de forraje

El cuadro 6 permite observar la disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS al inicio de cada pastoreo.

Cuadro 6. Forraje disponible (kg/ha de MS)

| Tratamiento | Promedio (kg/ha de MS) |
|-------------|------------------------|
| FBr         | 2114                   |
| FTa         | 2089                   |
| DA          | 1820                   |
| FTu         | 1741                   |

No se encuentran diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la disponibilidad de forraje. Se encuentran niveles de forraje por debajo de lo esperado, principalmente para alfalfa-dactylis. Esto se debe a la aparición de malezas invernales y estivales en el periodo analizado, y la presencia de restos secos. La cantidad de forraje disponible se encuentra dentro de los rangos recomendados por Zanoniani et al. (2006), los cuales afirman que se deberían encontrar entre 1500 a 2000 kg/ha de materia seca disponible para el ingreso de los animales a pastorear.

Cuadro 7. Forraje disponible (kg/ha de MS) según pastoreo

| Pastoreo | Promedio (kg/ha de MS) |
|----------|------------------------|
| P1       | 2146 a                 |
| P2       | 1954 ab                |
| P3       | 1722 b                 |

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

Como muestra el cuadro anterior existen diferencias entre el forraje disponible cuando se analizan los distintos pastores. Las condiciones en que se dio el primer pastoreo pueden determinar el mejor resultado en cuanto a disponibilidad, ya que se dio más temprano por lo tanto con mejores condiciones climáticas.

El cuadro 8 muestra la altura del disponible promedio para el experimento, es decir la altura previa al ingreso de los animales a pastorear. 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

Rebuffo (2005), Carámbula (2010a), estas especies son estivales por lo que en la época en estudio difícilmente lograrían estas alturas.

Se encontraron alturas por debajo del nivel de la altura disponible para entrar a pastorear, tal como se detalló en la revisión bibliográfica (entre 15 y 20 cm). Lo cual se debe al alto nivel de enmalezamiento y restos secos, ya que se está hablando de una pradera de cuarto año. No en todos los tratamientos se cumplen los rangos de frecuencia recomendados por Zanoniani et al. (2006) para la entrada de animales a pastoreo, que oscilan entre 15-20 cm, lo que permite mejorar el estado de la pastura y recuperar el área foliar de altas intensidades de defoliación.

El mejor desempeño productivo de la alfalfa se alcanza cuando se pastorea a 35 cm momento en que comienza el rebrote basal, por lo cual antes de alcanzar 35 cm no debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, 2000).

Cuadro 8. Alturas (cm) del forraje disponible según tratamiento

| Tratamiento | Promedio (cm) |
|-------------|---------------|
| FBr         | 13,43         |
| FTa         | 12,73         |
| DA          | 12,64         |
| FTu         | 12,59         |

La altura disponible de los tratamientos no presenta diferencias significativas como se observa en el cuadro anterior, pero en cuanto a los diferentes pastoreos si se observan diferencias en la altura, esto al igual que para el forraje disponible puede estar dado por las condiciones favorables que se dieron en el primer pastoreo, lo que le permitió a la pastura desarrollarse mejor.

Cuadro 9. Alturas (cm) del forraje disponible según pastoreo

| Pastoreo | Promedio (cm) |
|----------|---------------|
| P1       | 14,70 a       |
| P2       | 12,96 a       |
| P3       | 10,88 b       |

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

#### 4.2.2. Forraje remanente

Para contiuar con la producción de forraje se presenta a continuación el forraje remanente medido en kilogramos de materia seca por hectárea y la altura en centímetros de este.

Cuadro 10. Forraje remanente (kg/ha MS) según tratamiento

| Tratamiento | Promedio (kg/ha MS) |
|-------------|---------------------|
| FBr         | 1052                |
| FTa         | 998                 |
| DA          | 877                 |
| FTu         | 844                 |

Los tratamientos no tuvieron diferencias estadísticamente significativas, era esperable este resultado ya que no existieron diferencias entre los tratamientos en lo referido al forraje disponible promedio, a la carga utilizada y al tiempo de ocupación, ósea que las medidas de manejo fueron similares.

Arenares et al. (2011) realizaron un estudio sobre una mezcla forrajera igual, pero de segundo año en la cual los remanentes fueron inferiores (en el entorno de 700 kg/ha de MS).

Por otro lado, en el estudio realizado por De Souza y Presno (2013), se obtuvieron resultados de kg/ha de MS superiores, los cuales se encontraban entre 1500 a 2700 kg/ha de MS. Cabe aclarar que el resultado superior corresponde al tratamiento que presentaba una oferta de forraje mayor.

Cuadro 11. Altura (cm) del forraje remanente según tratamiento

| Tratamiento | Altura (cm) |
|-------------|-------------|
| FBr         | 10,90 a     |
| FTa         | 9,08 b      |
| DA          | 7,90 b      |
| FTu         | 7,69 b      |

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

En cuanto a la altura del remanente se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento festuca Brava, en la cual la altura del forraje remanente promedio fue mayor. Cabe destacar que las alturas obtenidas son superiores a las recomendadas por Zanoniani et al. (2006), en el cual para especies de hábito prostrado se recomiendan alturas de hasta 2,5cm y para especies de hábito erecto la recomendación va desde 5 a 7,5 cm.

#### 4.2.3. Materia seca desaparecida

Las especies de la mezcla compuesta por dactylis y alfalfa, presentan un porte semi-erecto y erecto respectivamente (Ayala et al., 2010), por lo que podría preverse un mayor forraje desaparecido. Era de esperarse diferencias significativas entre los tratamientos en esta variable, dados los hábitos de crecimiento de los diferentes componentes de las mezclas, ya que las dotaciones eran similares. La *Festuca arundinacea* tiene un hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso, mientras que el del *Trifolium repens* es estolonífero (Carámbula, 2010a) y el *Lotus corniculatus* es erecto a partir de corona (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Cuadro 12. Forraje (kg/ha de MS) desaparecido según tratamiento

| Tratamiento | Promedio (kg/ha de MS) |
|-------------|------------------------|
| FTa         | 1090                   |
| FBr         | 1062                   |
| DA          | 943                    |
| FTu         | 897                    |

Como se observa en el cuadro, contrariamente a lo esperado teóricamente, no existen diferencias significativas para el promedio de forraje desaparecido. Pero si hay diferencias significativas cuando se analiza la MS desaparecida en los diferentes pastoreos, como se muestra a continuación. Esto se debe a que en el primer pastoreo también había mayor disponible lo que lleva a mayor desaparición en el pastoreo, lo que viene de la mano de la fecha del primer pastoreo en la cual se dan condiciones favorables de apetecibilidad para las pasturas.

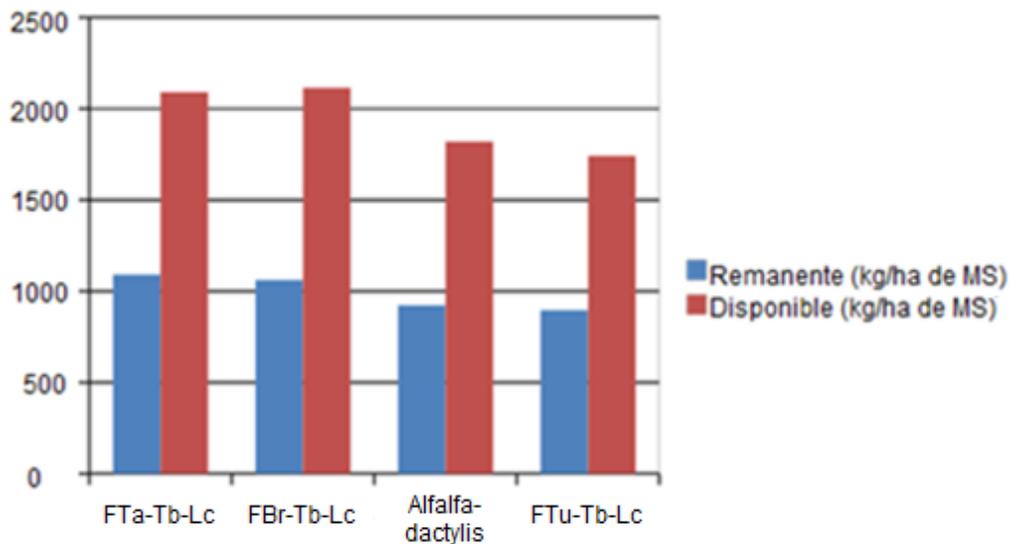
Cuadro 13. Forraje (kg/ha de MS) desaparecido según pastoreo

| Pastoreo | Promedio (kg/ha de MS) |
|----------|------------------------|
| P1       | 1151 a                 |
| P2       | 1020 ab                |
| P3       | 823 b                  |

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

El siguiente gráfico 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.

Gráfico 3. Forraje disponible y forraje remanente para cada tratamiento



#### 4.2.4. Porcentaje de utilización

En este punto se presenta el porcentaje promedio de utilización que tuvo el disponible en cada pastoreo de cada tratamiento.

Cuadro 14. Porcentaje de utilización según tratamiento

| Tratamiento | % Utilización |
|-------------|---------------|
| FTu         | 51            |
| FTa         | 51            |
| DA          | 51            |
| FBr         | 50            |

No existen diferencias para el porcentaje de utilización, lo cual era esperable ya que se utilizó la misma carga y además no había diferencias para el disponible promedio, así como también para el remanente promedio (en cantidad de biomasa aérea).

El porcentaje de utilización depende de diversos factores como ser, por ejemplo, la cantidad de forraje disponible y cantidad de forraje desaparecido. A su vez la carga animal utilizada determinará el tiempo que los animales ocupen la parcela y por ende el forraje que hagan desaparecer. Es conveniente aclarar que no todo el forraje desaparecido se debe al consumo animal, sino que también existen factores como ser pisoteo y/o senescencia que influyen en mayor o menor medida al nivel de forraje desaparecido pero que en este caso son despreciables.

Por lo tanto, el porcentaje de utilización se verá influenciado en gran medida por la carga utilizada, el tiempo de pastoreo y el disponible al ingreso. A modo de ejemplo los estudios realizados por Almada et al. (2007), que trabajaron con ofertas de forraje variables (2,0; 4,5; 7,0; y 9,5 kg MS/día/100 kg PV), obtuvieron utilidades que van de 80% a 45% respectivamente. Por otro lado, Arenares et al. (2011), trabajaron con ofertas de forraje de 5,5 y 6,7 kg MS/día/100 kg PV y obtuvo utilidades de forraje en torno a 50% y 62% respectivamente.

#### 4.2.5. Tasa de crecimiento

En el siguiente cuadro se presentan las diferentes tasas de crecimiento que exhibieron las mezclas según tratamientos.

Cuadro 15. Tasa de crecimiento diaria por tratamiento (kg/ha MS)

| Tratamiento | Promedio (kg/ha/día de MS) |
|-------------|----------------------------|
| FTa         | 25                         |
| FBr         | 28                         |
| DA          | 26                         |
| FTu         | 24                         |

Como se puede apreciar en el cuadro, al igual que todas las variables ya analizadas, la tasa de crecimiento promedio que presentaron las diferentes mezclas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. De todas maneras, la mezcla de alfalfa y dactylis debería presentar una mayor tasa de crecimiento acumulada ya que según Carámbula (1977) el componente alfalfa debería presentar mayor crecimiento.

Cuadro 16. Tasa de crecimiento diaria por pastoreo (kg/ha MS)

| Pastoreo | Promedio (kg/ha/día de MS) |
|----------|----------------------------|
| P1       | 19 b                       |
| P2       | 24 b                       |
| P3       | 35 a                       |

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

Como se vio anteriormente no hay diferencias significativas entre los remanentes para distintos pastoreos, lo que no permite afirmar que las diferencias entre tasas de crecimiento se darían por el remanente luego del pastoreo. Por lo tanto, una de las posibles causas puede ser la presencia espontánea del raigrás, especie anual de alta producción durante el invierno, la cual se encuentra en proporciones considerables en la pastura.

A su vez, las mezclas que conforman estas pasturas tienen un importante crecimiento invierno-primaveral, que sería el principal factor que determina una mayor tasa de crecimiento para el pastoreo uno, haciendo énfasis también en las buenas condiciones climáticas durante esta época, buenas temperaturas y agua disponible. Ambas variables la afectan, pero la temperatura es la que más la afecta siempre que el agua no sea limitante. En este caso la temperatura explicó el 63% de la TC y el agua el 51%, lo cual es lógico ya que la evaluación fue realizada durante el período invierno-primaveral. Este factor es el que puede justificar una alta tasa de crecimiento durante el tercer pastoreo.

#### 4.2.6. Composición botánica

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

Cuadro 17. Composición botánica del forraje disponible (en porcentaje) para cada tratamiento

| Trata-<br>Miento | %<br>Gramíneas | %<br>Leguminosas | %<br>Malezas | %<br>Restos<br>secos | %<br>Suelo<br>desnudo |
|------------------|----------------|------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| FTa              | 56,11 a        | 19,88 a          | 19,38 a      | 6,23 a               | 8,33 a                |
| FBr              | 59,58 a        | 16,77 a b        | 17,39 a      | 5,14 a               | 13,05 a b             |
| DA               | 62,45 a        | 4,78 b           | 27,43 a      | 6,13 a               | 5,36 b                |
| FTu              | 56,06 a        | 13,84 a b        | 25,19 a      | 6,06 a               | 8,01 b                |

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

Como muestra el cuadro hay diferencia significativa entre tratamientos cuando se habla de producción de gramínea + leguminosa siendo más elevado el porcentaje de gramíneas. Cuando se habla de festuca Tacuabé, que es el que tiene mayor significancia sobre los otros tratamientos. Según el análisis estadístico hay mayor incidencia de la diferencia entre leguminosas que entre gramíneas (ya que no hay diferencia significativa entre ellas) lo que se debe a la fuerte presencia de la alfalfa y el trébol blanco.

No se encontraron diferencias significativas para % malezas y restos secos, pero si para suelo desnudo lo que puede deberse a que la pastura está en su cuarto año y cada vez presenta mayor proporción de suelo desnudo, dependiendo de la implantación que hayan tenido las especies sembradas.

Como puede apreciarse en el cuadro, la variedad de festuca Tuscany II se encuentre en menores cantidades en la mezcla, puede ser atribuido a una menor implantación de la misma, aunque el dato no fue proporcionado.

Para el caso de las leguminosas, las diferencias encontradas se explican por las propias composiciones de las mezclas y los diferentes ciclos de

producción de las mismas. Estas se observaron en favor de las mezclas de festuca con trébol blanco y lotus, ya que tienen una especie invernal junto con una estival. La alfalfa se observó en mayor proporción hacia el final de la primavera.

Cuadro 18. Composición botánica del forraje remanente (en porcentaje) para cada tratamiento

| Trata-<br>miento | %<br>Gramíneas | %<br>Leguminosas | %<br>Malezas | %<br>Restos<br>secos | %<br>Suelo<br>desnudo |
|------------------|----------------|------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| FTa              | 38,15 b        | 42,15 a          | 11,05 c      | 8,83 b               | 0,37 c                |
| FBr              | 61,53 a        | 20,03 b          | 12,63 c      | 6,88 b               | 7,35 a b              |
| DA               | 51,58 a b      | 1,78 c           | 24,58 b      | 22,60 a              | 1,75 b c              |
| FTu              | 49,13 a b      | 4,03 c           | 38,51 a      | 11,60 b              | 9,53 a                |

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

Como se apreció en el cuadro, en cuanto al tratamiento de festuca Tacuabé y Brava no hay diferencias en cuanto a disponible y remanente, en los dos análisis se encuentran en elevadas proporciones. No es así para el tratamiento alfalfa y Tuscany ya que el porcentaje de estas disminuyen en gran proporción, lo que se da por la fuerte aparición de malezas y restos secos en estos tratamientos. El dactylis, al igual que la festuca, debido a su ciclo de producción y a las buenas condiciones ambientales que permitieron un buen crecimiento de las gramíneas, presentó menor competencia en este período que la festuca dado que la leguminosa que compone la mezcla es de ciclo estival. La contribución de aporte forrajero por parte de la alfalfa se acentuó con el transcurso de la estación primaveral.

Es importante mencionar el efecto que pudo provocar la presencia del *Lolium multiflorum*, especie que aparece de manera espontánea en el experimento. Es una especie anual, de alta producción invernal (Carámbula, 2010a), la cual puede estar afectando el crecimiento inicial de las especies deseadas.

En cuanto a Tuscany, como ya se mencionó anteriormente su baja proporción en el remanente también, se podría deber a la baja implantación.

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.

Cuadro 19. Crecimiento acumulado ponderado entre gramíneas y leguminosas (kg/ha de MS)

| Tratamiento | gramíneas + leguminosas | Malezas |
|-------------|-------------------------|---------|
| FTa         | 1612                    | 373     |
| FBr         | 1622                    | 341     |
| DA          | 1224                    | 495     |
| FTu         | 1227                    | 422     |

En este cuadro queda demostrada la interferencia que hacen las malezas deprimiendo la producción de materia seca de las especies productivas.

La evolución de los componentes de las mezclas simples estudiadas coincide con lo expuesto por Carámbula (1991), el cual mencionó que el componente leguminosa, debido a su mayor facilidad de establecimiento, será el que predomine en el primer año de vida de la pastura. En el caso de la mezcla ultrasimple complementaria, al ser la leguminosa de ciclo de producción estival, era de esperarse una menor proporción de ésta en la mezcla.

Una de las conclusiones principales que se puede sacar del análisis de la composición botánica es la gran presencia de malezas en cualquiera de las mezclas ya que se está analizando una pradera de cuarto año, que en este caso está llegando al fin de su ciclo de vida. Probablemente con un mejor manejo, en cuanto a carga, fertilización y siembra, se podría haber llegado al cuarto año con mejor disponibilidad de los materiales sembrados.

#### 4.2.7. Producción de materia seca

La producción de materia seca o crecimiento ajustado es uno de los parámetros que determinan si hay diferencias entre los tratamientos analizados

ya que ésta compuesta por la tasa de crecimiento, los días de pastoreo, y el crecimiento de materia seca por hectárea.

Cuadro 20. Producción promedio de MS por pastoreo según tratamiento

| Tratamiento | Promedio (kg/ha de MS) |
|-------------|------------------------|
| FTa         | 1220                   |
| FBr         | 1330                   |
| DA          | 1241                   |
| FTu         | 1120                   |

No se encuentran diferencias significativas entre tratamientos cuando se habla de producción de materia seca ajustada, pero si se encuentran entre los distintos pastoreos. Como era de esperarse ya que también había diferencias significativas entre tasa de crecimiento.

Cuadro 21. Producción promedio de MS según pastoreo

| Pastoreo | Promedio (kg/ha de MS) |
|----------|------------------------|
| P1       | 1310 a b               |
| P2       | 964 b                  |
| P3       | 1410 a                 |

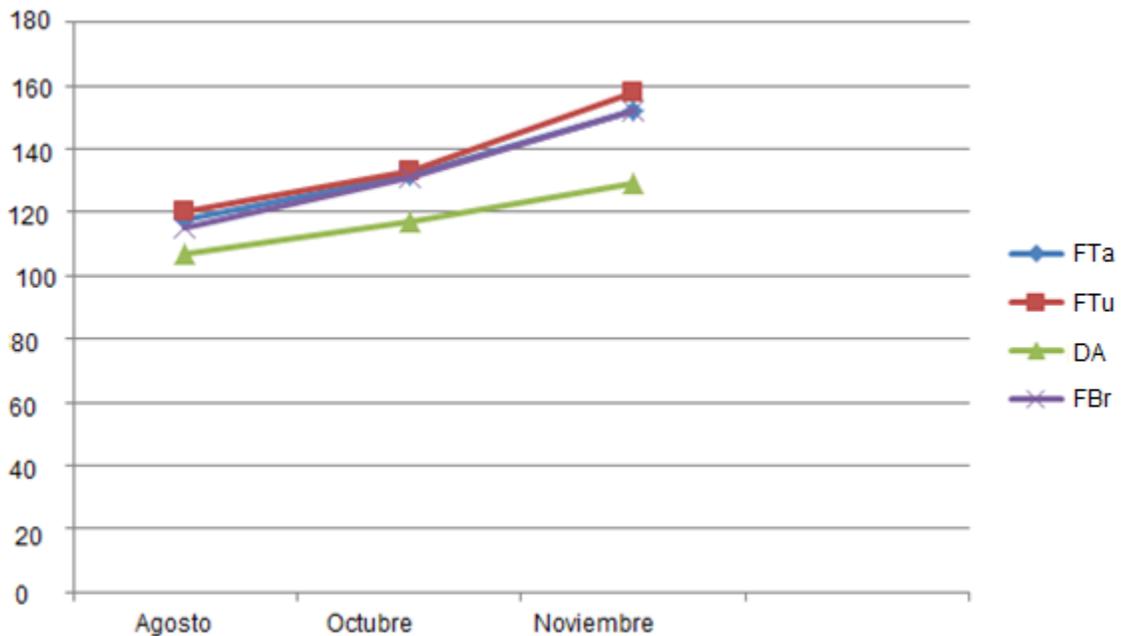
Medias con una letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ( $p < 0,10$ ).

### 4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se muestran los datos obtenidos sobre la producción animal, en producción individual y en producción de carne por hectárea para cada tratamiento.

El siguiente gráfico muestra la evolución del peso vivo en base a los distintos tratamientos analizados y las tres mediciones realizadas. Los novillos, en promedio, ganaron 34 kg en los tres meses y medios de evaluación.

Gráfico 4. Evolución del peso vivo animal para cada mezcla forrajera en el período agosto-noviembre



Como se ve en el gráfico anterior y en el cuadro siguiente, los tratamientos FTa, FTu, y FBr terminan con pesos vivos similares. Si bien el tratamiento DA parte de un peso vivo similar a los otros, la ganancia diaria que presentó este tratamiento fue significativamente menor, lo que no les permitió a los animales terminar el ensayo con un peso vivo similar a los otros.

Cuadro 22. Peso vivo (kg) de los novillos asignados a cada tratamiento

| Tratamiento | PV inicial (kg) | PV final (kg) | Promedio |
|-------------|-----------------|---------------|----------|
| FTa         | 115             | 151           | 133      |
| FTu         | 106             | 158           | 132      |
| DA          | 107             | 133           | 120      |
| FBr         | 115             | 152           | 133      |

#### 4.3.1. Ganancia media diaria por animal

A continuación se presenta en el cuadro 23 la ganancia media diaria que registraron en promedio los animales de cada tratamiento, en cada uno de los pastoreos. Cada uno de los tratamientos presentó 120 días de pastoreo en el experimento.

Cuadro 23. Ganancia diaria por tratamiento según época del año

|          | Primavera temprano<br>(kg/animal/día) | Primavera tardía<br>(kg/animal/día) |
|----------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| FBr      | 0,26 a                                | 0,48 ab                             |
| FTa      | 0,24 a                                | 0,46 ab                             |
| FTu      | 0,22 ab                               | 0,57 a                              |
| DA       | 0,08 b                                | 0,37 b                              |
| Promedio | 0,2                                   | 0,45                                |

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

Se encontraron diferencias significativas en ganancia diaria por animal, tanto para primavera temprana como para tardía. Los resultados más bajos en cuanto a ganancia diaria corresponden al tratamiento de dactylis con ganancias muy por debajo de lo esperado en cuanto a primavera temprano, lo que se debe al pobre aporte de la alfalfa la cual tiene su mayor aporte de forraje en primavera-verano.

Los resultados obtenidos en cuanto a ganancia diaria por animal son moderadas, pero son los esperados ya que la pradera en la cual se realizó el trabajo era de cuarto año, y como se reflejó en la composición botánica, la cantidad de malezas es significativa. Cuando se compara con otros trabajos

(Simeone y Beretta, 2004) en cuanto a ganancia diaria de terneros en pradera, se refleja una similitud en cuanto a estos en primavera temprana, por lo que se puede deducir que si bien las condiciones no fueron las mejores para el ganado (pradera de cuarto año, cantidad de malezas), se obtuvieron ganancias moderadas de trescientos gramos por día promedio. No así para primavera tardía en la cual se esperarían mejores ganancias. Como se verá más adelante, la baja AF también tiene protagonismo en las ganancias por animal.

Cuadro 24. Ganancia y producción total de kilogramos según tratamiento

|     | Ganancia total (kg/animal/día) | Producción total (kg PV) |
|-----|--------------------------------|--------------------------|
| FBr | 0,35 a                         | 37                       |
| FTa | 0,33 a                         | 36                       |
| FTu | 0,36 a                         | 52                       |
| DA  | 0,2 b                          | 26                       |

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

Se encontraron diferencias significativas entre las diferentes mezclas, la que se compone por dactylis y alfalfa otorgó ganancias numéricamente inferiores. La componente leguminosa de la pastura le otorga a la misma una mayor calidad forrajera cuando el porcentaje de leguminosas en la mezcla es elevado (Carámbula, 1996).

Las ganancias individuales promedio del periodo en el que se realizó el experimento, fueron inferiores a las obtenidas por Albano et al. (2013), los cuales alcanzaron ganancias de 0,90 kg/animal/día en la mezcla de dactylis y alfalfa, y de 0,96 kg/animal/día para la pastura compuesta por festuca, trébol blanco y lotus. A diferencia del presente trabajo, los animales utilizados en este experimento son de una categoría menor, utilizándose terneros de 110 kg de PV al inicio del periodo de estudio. Fariña y Saravia (2010), trabajando sobre pasturas mezclas de primer año, compuestas por raigrás perenne, trébol blanco y agropyron y por festuca, trébol blanco y agropyron, obtuvieron ganancias que van de 2 a 2,5 kg/animal/día, durante 40 días en el periodo primaveral (setiembre y octubre). Estas ganancias fueron obtenidas en animales con un peso de 400 kg aproximadamente, con una OF de 6% del peso vivo.

En el siguiente cuadro se presenta la asignación forrajera (AF) utilizada en el trabajo (kg de materia seca cada cien kg de peso vivo).

Cuadro 25. Asignación forrajera (AF) utilizada en el trabajo (kg de materia seca cada cien kg de peso vivo)

| Trata-<br>miento | Forraje<br>disponible<br>(kg MS) | Forraje<br>disponible<br>(kg MS/día) | PV<br>Promedio | AF<br>(kg MS/100<br>kg PV) |
|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------------------|
| FTa              | 2089                             | 17,4                                 | 798            | 2,2                        |
| FTu              | 1741                             | 14,5                                 | 528            | 2,7                        |
| DA               | 1820                             | 15,16                                | 480            | 3,2                        |
| FBr              | 2114                             | 17,6                                 | 665            | 2,6                        |

Con estas asignaciones de forraje utilizadas en el experimento (alta carga) era de esperar las moderadas ganancias diarias que se obtuvieron en cuanto a ganancia diaria.

Comparando estos resultados con los obtenidos por Albano et al. (2013), se puede apreciar que las asignaciones de forraje difieren según la mezcla. Para el caso de la mezcla compuesta por dactylis como gramínea perenne, esta fue diferente a la del presente trabajo, de 5,1 kg MS/100 kg PV. En la mezcla compuesta por festuca, la asignación de forraje estuvo en el entorno de los 9,2 kg MS/100 kg PV, o sea por encima de lo asignado en este estudio. En cambio, Arenares et al. (2011), obtuvieron una asignación de forraje promedio de 6,1 kg MS/100 kg PV, similares a la obtenida por Agustoni et al. (2008).

## 5. CONCLUSIONES

En cuanto a producción de forraje no existieron diferencias entre las mezclas.

Si existieron diferencias en cuanto a producción animal entre las mezclas, siendo superior el desempeño de las mezclas que contienen festuca frente a la mezcla DA. La mezcla DA presentó menor tasa de ganancia individual dentro del periodo en estudio frente a cualquiera de las tres mezclas de festuca evaluadas.

No hubo diferencias en cuanto a ganancia individual entre los diferentes cultivares de festuca.

Por lo tanto, al momento de decidir la siembra de una pastura es de mayor importancia seleccionar la mezcla frente a la opción de diferentes cultivares dentro de una especie.

La pastura analizada no llegó a su cuarto año de vida de la mejor manera, debido al nivel de enmalezamiento y la baja disponibilidad de forraje. Sin embargo, tomando en cuenta la asignación de forraje, la categoría animal y los datos de otras evaluaciones, la producción de carne en general fue aceptable en torno a 0.3 kg/ha/día.

## 6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la producción invierno-primaveral de cuatro mezclas forrajeras, la composición botánica de las mismas y la producción animal, en su cuarto año de vida. Las mezclas combinan una especie de gramínea con una o dos leguminosas, siendo estas *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y 3 cultivares diferente de *Festuca arundinacea* con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Este trabajo se llevó a cabo en Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), el departamento de Paysandú (Latitud 32° 22´31.62” S y Longitud 58° 3´47.75” O) en el potrero No. 34, en el periodo transcurrido entre el 24 de julio al 14 de noviembre de 2017. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar, compuesto por cuatro bloques con cuatro tratamientos cada uno, obteniendo así 16 parcelas. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una a un tratamiento diferente dentro de cada bloque. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, compuesto por cuatro bloques divididos en parcelas, y cada una de estas contenía uno de los cuatro tratamientos. El método de pastoreo fue rotativo, con un criterio de cambio de franjas al alcanzar los 7 cm de intensidad. En el caso del componente gramínea se observó una superioridad del tratamiento FBr. En el caso del componente leguminosa, el componente FTa se comportó de forma superior. En cuanto a la altura del remanente se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento festuca Brava, en la cual la altura del forraje remanente promedio fue mayor. En cuanto a producción animal el tratamiento DA presentó menor peso vivo final, y menor ganancia diaria. Para las restantes variables estudiadas, no se encontraron diferencias significativas.

Palabras clave: Producción; Mezclas forrajeras; Composición botánica.

## 7. SUMMARY

The objective of this work is to evaluate the winter-spring production of four forage mixtures, their botanical composition and animal production in their fourth year of life. The mixtures combine a species of grass with one or two legumes, these being *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa* and 3 different cultivars of *Festuca arundinacea* with *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. This work was carried out at Faculty of Agronomy. EEMAC (Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni"), in the department of Paysandú (Latitude 32° 22'31.62" S and Longitude 58° 3'47.75" W) in paddock No. 34, in the period from July 24<sup>th</sup>. to November 14<sup>th</sup>., 2017. The experimental design used was randomized complete blocks, consisting of four blocks with four treatments each, thus obtaining 16 plots. The experimental unit is the plot, each corresponding to a different treatment within each block. A randomized complete block experimental design was used, consisting of four blocks divided into plots, and each of these contained one of the four treatments. The grazing method was rotary, with a criteria of change of stripes when reaching 7 cm of intensity. In the case of the grass component, superiority of the FBr treatment was observed. In the case of the legume component, the FTa component behaved superiorly. Regarding the height of the remnant, significant differences were found in favor of the festuca Brava treatment, in which the height of the average remaining forage was greater. Regarding animal production, the DA treatment presented lower final live weight, and lower daily gain. For the other variables studied, no significant differences were found.

Keywords: Production; Mixtures fodder; Botanical composition.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agnusdei, M.; Colabelli, M.; Mazzanti, A.; Lavreveux, M. 1998. Fundamentos para el manejo del pastoreo de pastizales y pasturas cultivadas de la Pampa Húmeda. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
3. Albano, J. S.; Platero, T.; Sarachu, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en su primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 109 p.
4. Allegri, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. Miscelánea CIAAB. no. 39:1-3.
5. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitría, 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.
6. 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.
7. Arenares, G.; Quintana, C.; Ribero, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 89 p.
8. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Silva, J.; Cotro, B.; Rossi, C. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
9. 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. 5<sup>th</sup>. ed. Ames, IA, Iowa State University. v. 1, pp. 206-211.

10. 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.
11. Beretta, V.; Simeone, A.; Elizalde, J. C. 2008. Producción de carne a pasto: asignación de forraje, respuesta animal y utilización de forraje. *In: Jornada Anual de la UPIC (10<sup>a</sup>, 2010, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente.* Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. cap. 3, pp. 20-23.
12. Bianchi, S.; Díaz, A.; Musacco, M. 2012. Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 102 p.
13. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
14. Cangiano, C. A.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
15. Capandeguy, J.; Larriera, M. 2013. Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 92 p.
16. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
17. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
18. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
19. \_\_\_\_\_. 1997. Forrajeras: material seleccionado por la cátedra. Paysandú, Facultad de Agronomía. t.1, pp. 75-88.
20. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.

21. \_\_\_\_\_. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3. 413 p.
22. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
23. \_\_\_\_\_. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
24. \_\_\_\_\_. 2010b. Pasturas y forrajes: manejo persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
25. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26<sup>as.</sup>, 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
26. \_\_\_\_\_.; Soca, P.; de Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27:15-17.
27. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado may. 2018. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas\\_forrajeras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.pdf)
28. De Souza, P. A.; Presno, J. P. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 110 p.
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. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-64.

31. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación: efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
32. \_\_\_\_\_. 1997. Manejo de la defoliación: efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. pp. 65-83.
33. Fariña, M.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 82 p.
34. Fernández, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. Revista del Plan Agropecuario. no. 85:6-9.
35. Formoso, F. A. 1993. *Lotus corniculatus*. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, Uruguay, INIA. 23 p. (Serie Técnica no. 37).
36. \_\_\_\_\_. 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).
37. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
38. \_\_\_\_\_. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
39. \_\_\_\_\_. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad de forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS.) Montevideo, Uruguay, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).
40. 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 may. 2018. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017901001.pdf>

41. Frame, J. 1982. Efectos de los animales sobre las pasturas. In: Reunión Técnica sobre Persistencia de Pasturas Mejoradas (5<sup>a</sup>., 1982, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, IICA/BID. pp. 53-67 (Diálogo no. 5).
42. 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.
43. García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
44. \_\_\_\_\_. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE Oberón. Montevideo, Uruguay, INIA. 10 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
45. \_\_\_\_\_. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
46. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
47. Garduño, S.; Pérez, J.; Hernández, A.; Herrera, J. G.; Martínez, P. A.; 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. 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.
49. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15:663-670.

50. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40:216-223.
51. Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44:99-104.
52. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Longman. 203 p.
53. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2004. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado jun. 2018. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
54. \_\_\_\_\_. 2010. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado jun. 2018. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
55. \_\_\_\_\_. 2015. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado jun. 2018. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
56. Jagusch, K. T. 1981. Producción de ganado sobre pasturas. *In*: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 271-288.
57. Langer, R. H. M. 1981a. Alfalfa. *In*: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 417-438.
58. \_\_\_\_\_. 1981b. Especies y variedades gramíneas. *In*: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 75-96.
59. Leborgne, R. 1983. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.

60. López, G.; Pastorini, J. M.; Vázquez, F. J. 2012. Efecto de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
61. 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 Agriculture and Animal Husbandry. 7:546-551.
62. 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 105 p.
63. 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).
64. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8<sup>th</sup>., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
65. Munro, J. M.; Walters, R. J. 1986. The feeding value of grass. In: Frame, J. ed. Grazing. Great Malvern, UK, British Grassland Society. pp. 65-78 (Occasional Symposium no. 19).
66. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14<sup>o</sup>., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
67. 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).
68. Otondo, J.; Cicchino, M.; Calvetty, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). Rauch,

INTA. 6 p. Consultado jun. 2018. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-alfalfa.pdf>

69. Pereira Machín, M. 2008. Recursos naturales; mejorando nuestros campos naturales, ¿qué Lotus sembrar? (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 122:36-37. Consultado may. 2018. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R122/R122\\_36.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R122/R122_36.pdf)
70. 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 may. 2018. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/613/61340307.pdf>
71. Pineiro, J.; Harris, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. New Zealand Journal of Agricultural Research. 21:83-92.
72. Raguse, C. A.; Fianu, F. K.; Menke, J. W. 1970. Development of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) at very early stations. Crop Science. 10:723-724.
73. Rebuffo, M. 2000. Distribución estacional de forraje. Adopción de variedades en Uruguay. Variedades de alfalfa. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
74. \_\_\_\_\_. 2005. Alfalfa: principios y manejo del pastoreo. Programa Nacional de Plantas Forrajeras. (en línea). Revista INIA. no. 5:2-4. Consultado may. 2018. Disponible en [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_126.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_126.pdf)
75. Rimieri, P. 2009. Características de *Festuca arundinacea*, cultivar Brava INTA. (en línea). Buenos Aires, INTA. 1 p. Consultado jun. 2018. Disponible en <https://inta.gob.ar/variedades/brava-inta>
76. Rovira, J. 2012. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.

77. Rovira, P. 2005. Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreño 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).
78. \_\_\_\_\_; Velazco, J. 2008. Cuantificación del estrés calórico en vacuno en pastoreo. *Revista INIA*. no. 16:10-13.
79. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv. Horizon. *Agrociencia (Uruguay)*. 14 (1):44-54.
80. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. no. 1:16-21.
81. Scheneiter, O.; Pagano, E. 1998. Producción de forraje y composición botánica de pasturas mixtas de festuca y trébol blanco fertilizadas con nitrógeno. *Revista de Tecnología Agropecuaria*. 3 (9):10-14.
82. \_\_\_\_\_. 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.
83. Simeone, A.; Beretta, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? In: Jornada Anual de la UPIC (4<sup>a</sup>, 2004, Paysandú). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 10-19.
84. Sleper, D. A.; Buckner, C. R. 1995. Fescues. In: Barnes, R.; Miller, D.; Nelson, C. eds. Forages: an introduction to grassland agriculture. 5<sup>th</sup>. ed. Ames, IA, Iowa State University. v.1, pp. 345-356.
85. Smetham, M. L. 1981a. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 97-148.
86. \_\_\_\_\_. 1981b. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-270.

87. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage – concentrate interaction. *Journal of Dairy Science*. 69 (2):617-631.
88. 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.
89. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. *Cangüé*. no. 15:13-17.
90. \_\_\_\_\_; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género *Lotus* en el Uruguay. *Cangüé*. no. 25:5-11.
91. \_\_\_\_\_; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Producción otoño - invernal del segundo año de raigrás según intensidades de pastoreo. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional Cono Sur, Grupo Campos (21<sup>a</sup>., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Cantidad MS en kg/ha y altura del forraje disponible por tratamiento y por pastoreo

Disponible kg/ha

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Disp. kg/ha 48 0,31 0,02 26,98

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.                 | SC.         | gl. | CM.       | F    | p-valor |
|----------------------|-------------|-----|-----------|------|---------|
| Modelo               | 4115895,35  | 14  | 293992,52 | 1,07 | 0,4152  |
| Pastoreo             | 1446147,41  | 2   | 723073,71 | 2,64 | 0,0867  |
| Bloque               | 467120,15   | 3   | 155706,72 | 0,57 | 0,6402  |
| Tratamiento          | 1277284,82  | 3   | 425761,60 | 1,55 | 0,2195  |
| Pastoreo*tratamiento | 925342,97   | 6   | 154223,83 | 0,56 | 0,7570  |
| Error                | 9050743,36  | 33  | 274264,95 |      |         |
| Total                | 13166638,71 | 47  |           |      |         |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=509,78111

Error: 274264,9504 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

FBr 2113,68 12 151,18 A

FTa 2088,93 12 151,18 A

DA 1820,30 12 151,18 A

FTu 1740,57 12 151,18 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=393,62653

Error: 274264,9504 gl.: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

1,00 2146,45 16 130,93 A

3,00 1954,24 16 130,93 A B

2,00 1721,91 16 130,93 B

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

Altura disponible

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Alt. disp. 48 0,53 0,33 21,

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      | 269,41     | 14         | 19,24      | 2,62     | 0,0114         |
| Pastoreo    | 116,96     | 2          | 58,48      | 7,96     | 0,0015         |
| Bloque      | 90,07      | 3          | 30,02      | 4,09     | 0,0143         |
| Tratamiento | 5,48       | 3          | 1,83       | 0,25     | 0,8619         |
| Pastoreo*   |            |            |            |          |                |
| Tratamiento | 56,91      | 6          | 9,49       | 1,29     | 0,2885         |
| Error       | 242,47     | 33         | 7,35       |          |                |
| Total       | 511,88     | 47         |            |          |                |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,63857

Error: 7,3475 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

|     |       |           |
|-----|-------|-----------|
| FBr | 13,43 | 12 0,78 A |
| FTa | 12,73 | 12 0,78 A |
| FTu | 12,64 | 12 0,78 A |
| DA  | 12,59 | 12 0,78 A |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,03737

Error: 7,3475 gl.: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

|      |       |           |
|------|-------|-----------|
| 1,00 | 14,70 | 16 0,68 A |
| 3,00 | 12,96 | 16 0,68 A |
| 2,00 | 10,88 | 16 0,68 B |

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

Anexo 2. Cantidad MS en kg/ha y altura del forraje remanente por tratamiento y por pastoreo

Remanente kg/ha

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Rem. kg/ha 48 0,20 0,00 35,31

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      | 928213,36  | 14         | 66300,95   | 0,60     | 0,8468         |
| Pastoreo    | 76386,68   | 2          | 38193,34   | 0,34     | 0,7110         |
| Bloque      | 214181,90  | 3          | 71393,97   | 0,64     | 0,5921         |
| Tratamiento | 348338,79  | 3          | 116112,93  | 1,05     | 0,3845         |
| Pastoreo*   |            |            |            |          |                |
| Tratamiento | 289305,99  | 6          | 48217,67   | 0,44     | 0,8501         |
| Error       | 3657404,55 | 33         | 11083      | 0,44     |                |
| Total       | 4585617,91 | 47         |            |          |                |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=324,06200

Error: 110830,4408 gl.: 33

Tratamiento Medias n E.E.

|     |         |    |       |   |
|-----|---------|----|-------|---|
| FBr | 1051,69 | 12 | 96,10 | A |
| FTa | 998,49  | 12 | 96,10 | A |
| DA  | 877,23  | 12 | 96,10 | A |
| FTu | 843,95  | 12 | 96,10 | A |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=250,22387

Error: 110830,4408 gl: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

|      |        |    |       |   |
|------|--------|----|-------|---|
| 1,00 | 995,34 | 16 | 83,23 | A |
| 3,00 | 934,46 | 16 | 83,23 | A |
| 2,00 | 898,71 | 16 | 83,23 | A |

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

Altura remanente

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.

Alt. rem. 48 0,64 0,49 20,98

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      | 204,47     | 14         | 14,60      | 4,20     | 0,0003         |
| Pastoreo    | 57,59      | 2          | 28,79      | 8,27     | 0,0012         |
| Bloque      | 40,15      | 3          | 13,38      | 3,85     | 0,0183         |
| Tratamiento | 77,92      | 3          | 25,97      | 7,46     | 0,0006         |
| Pastoreo*   |            |            |            |          |                |
| Tratamiento | 28,81      | 6          | 4,80       | 1,38     | 0,2518         |
| Error       | 114,84     | 33         | 3,48       |          |                |

Total 319,31 47

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,81590

Error: 3,4801 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

|     |       |    |      |   |
|-----|-------|----|------|---|
| FBr | 10,90 | 12 | 0,54 | A |
| FTa | 9,08  | 12 | 0,54 | B |
| DA  | 7,90  | 12 | 0,54 | B |
| FTu | 7,69  | 12 | 0,54 | B |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,40214

Error: 3,4801 gl: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

|      |       |    |      |   |
|------|-------|----|------|---|
| 1,00 | 10,21 | 16 | 0,47 | A |
| 3,00 | 8,95  | 16 | 0,47 | A |
| 2,00 | 7,53  | 16 | 0,47 | B |

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

Anexo 3. Materia seca desaparecida en kg/ha por tratamiento y pastoreo

Forraje desaparecido kg/ha

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Des. kg/ha 48 0,27 0,00 39,68

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       | 1879285,35        | 14         | 134234,67  | 0,86     | 0,6089         |
| Pastoreo     | 871557,66         | 2          | 435778,83  | 2,78     | 0,0767         |
| Bloque       | 472488,11         | 3          | 157496,04  | 1,00     | 0,4033         |
| Tratamiento  | 311236,22         | 3          | 103745,41  | 0,66     | 0,5817         |
| Pastoreo*    |                   |            |            |          |                |
| Tratamiento  | 224003,36         | 6          | 37333,89   | 0,24     | 0,9608         |
| Error        | 5176139,50        | 33         | 156852,71  |          |                |
| <u>Total</u> | <u>7055424,85</u> | <u>47</u>  |            |          |                |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=385,51795

Error: 156852,7122 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

|     |         |    |        |   |
|-----|---------|----|--------|---|
| FTa | 1090,44 | 12 | 114,33 | A |
| FBr | 1061,98 | 12 | 114,33 | A |
| DA  | 943,08  | 12 | 114,33 | A |

FTu 896,61 12 114,33 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=297,67696

Error: 156852,7122 gl.: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

1,00 1151,11 16 99,01 A

3,00 1019,77 16 99,01 AB

2,00 823,20 16 99,01 B

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

#### Anexo 4. Porcentaje de utilización según tratamiento

% Utilización

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.

% Util. 48 0,12 0,00 23,57

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       | 0,07        | 14         | 4,8E-03    | 0,33     | 0,9842         |
| Pastoreo     | 0,03        | 2          | 0,01       | 0,88     | 0,4228         |
| Bloque       | 0,03        | 3          | 0,01       | 0,70     | 0,5588         |
| Tratamiento  | 1,3E-03     | 3          | 4,2E-04    | 0,03     | 0,9931         |
| Pastoreo*    |             |            |            |          |                |
| Tratamiento  | 0,01        | 6          | 1,7E-03    | 0,12     | 0,9937         |
| Error        | 0,47        | 33         | 0,01       |          |                |
| <u>Total</u> | <u>0,54</u> | <u>47</u>  |            |          |                |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,11658

Error: 0,0143 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

FTu 0,51 12 0,03 A

DA 0,51 12 0,03 A

FTa 0,51 12 0,03 A

FBr 0,50 12 0,03 A

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

Anexo 5. Tasa de crecimiento en kg/ha/día de MS

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
T. crec. 48 0,36 0,09 52,73

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.     | gl. | CM.     | F    | p-valor |
|-------------|---------|-----|---------|------|---------|
| Modelo      | 3393,31 | 14  | 242,38  | 1,32 | 0,2463  |
| Pastoreo    | 2106,38 | 2   | 1053,19 | 5,75 | 0,0072  |
| Bloque      | 424,60  | 3   | 141,53  | 0,77 | 0,5175  |
| Tratamiento | 136,70  | 3   | 45,57   | 0,25 | 0,8616  |
| Pastoreo*   |         |     |         |      |         |
| Tratamiento | 725,62  | 6   | 120,94  | 0,66 | 0,6818  |
| Error       | 6043,58 | 33  | 183,14  |      |         |
| Total       | 9436,89 | 47  |         |      |         |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=13,17312

Error: 183,1388 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

|     |       |    |        |
|-----|-------|----|--------|
| FBr | 27,97 | 12 | 3,91 A |
| DA  | 26,47 | 12 | 3,91 A |
| FTa | 24,66 | 12 | 3,91 A |
| FTu | 23,56 | 12 | 3,91 A |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=10,17160

Error: 183,1388 gl.: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

|      |       |    |        |
|------|-------|----|--------|
| 3,00 | 34,58 | 16 | 3,38 A |
| 2,00 | 23,71 | 16 | 3,38 B |
| 1,00 | 18,71 | 16 | 3,38 B |

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

Anexo 6. Composición botánica

Disponibile gram. %

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Gram. % 48 0,52 0,32 24,29

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.      | gl. | CM.     | F    | p-valor |
|-------------|----------|-----|---------|------|---------|
| Modelo      | 7249,41  | 14  | 517,81  | 2,56 | 0,0132  |
| Pastoreo    | 466,25   | 2   | 233,13  | 1,15 | 0,3282  |
| Bloque      | 6026,81  | 3   | 2008,94 | 9,93 | 0,0001  |
| Tratamiento | 341,38   | 3   | 113,79  | 0,56 | 0,6435  |
| Pastoreo*   |          |     |         |      |         |
| Tratamiento | 414,97   | 6   | 69,16   | 0,34 | 0,9095  |
| Error       | 6675,19  | 33  | 202,28  |      |         |
| Total       | 13924,60 | 47  |         |      |         |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=13,84438

Error: 202,2786 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.   |
|-------------|--------|----|--------|
| DA          | 62,45  | 12 | 4,11 A |
| FBr         | 59,58  | 12 | 4,11 A |
| FTa         | 56,11  | 12 | 4,11 A |
| FTu         | 56,06  | 12 | 4,11 A |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=10,68991

Error: 202,2786 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.   |
|----------|--------|----|--------|
| 1,00     | 62,76  | 16 | 3,56 A |
| 2,00     | 57,59  | 16 | 3,56 A |
| 3,00     | 55,31  | 16 | 3,56 A |

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

Disponibile leg. %

| Variable | N. | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj. | CV.   |
|----------|----|----------------|--------------------|-------|
| Leg%     | 48 | 0,43           | 0,18               | 93,66 |

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.     | gl. | CM.    | F    | p-valor |
|-------------|---------|-----|--------|------|---------|
| Modelo      | 4109,09 | 14  | 293,51 | 1,75 | 0,0916  |
| Pastoreo    | 158,18  | 2   | 79,09  | 0,47 | 0,6278  |
| Bloque      | 2101,69 | 3   | 700,56 | 4,18 | 0,0129  |
| Tratamiento | 1525,30 | 3   | 508,43 | 3,04 | 0,0428  |
| Pastoreo*   |         |     |        |      |         |
| Tratamiento | 323,91  | 6   | 53,99  | 0,32 | 0,9206  |
| Error       | 5527,43 | 33  | 167,50 |      |         |

Total 9636,51 47

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=12,59804

Error: 167,4977 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.     |
|-------------|--------|----|----------|
| FTa         | 19,88  | 12 | 3,74 A   |
| FBr         | 16,77  | 12 | 3,74 A B |
| FTu         | 13,84  | 12 | 3,74 A B |
| DA          | 4,78   | 12 | 3,74 B   |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=9,72755

Error: 167,4977 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.   |
|----------|--------|----|--------|
| 3,00     | 16,36  | 16 | 3,24 A |
| 2,00     | 12,89  | 16 | 3,24 A |
| 1,00     | 12,21  | 16 | 3,24 A |

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

DISP. MALEZA %

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.

Maleza% 48 0,49 0,28 51,85

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.     | gl. | CM.    | F    | p-valor |
|-------------|---------|-----|--------|------|---------|
| Modelo      | 4341,93 | 14  | 310,14 | 2,31 | 0,0239  |
| Pastoreo    | 1742,57 | 2   | 871,28 | 6,49 | 0,0042  |
| Bloque      | 1045,52 | 3   | 348,51 | 2,60 | 0,0689  |
| Tratamiento | 808,21  | 3   | 269,40 | 2,01 | 0,1321  |
| Pastoreo*   |         |     |        |      |         |
| Tratamiento | 745,63  | 6   | 124,27 | 0,93 | 0,4894  |
| Error       | 4430,09 | 33  | 134,25 |      |         |
| Total       | 8772,02 | 47  |        |      |         |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=11,27841

Error: 134,2452 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.   |
|-------------|--------|----|--------|
| DA          | 27,43  | 12 | 3,34 A |
| FTu         | 25,19  | 12 | 3,34 A |
| FTa         | 19,38  | 12 | 3,34 A |
| FBr         | 17,39  | 12 | 3,34 A |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=8,70860

Error: 134,2452 gl.: 33

| <u>Pastoreo</u> | <u>Medias</u> | <u>n.</u> | <u>E.E.</u> |
|-----------------|---------------|-----------|-------------|
| 2,00            | 28,33         | 16        | 2,90 A      |
| 3,00            | 24,62         | 16        | 2,90 A      |
| 1,00            | 14,10         | 16        | 2,90 B      |

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

Disp. r. secos

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV.

R. secos 48 0,30 0,00 86,94

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      | 365,15     | 14         | 26,08      | 0,99     | 0,4807         |
| Pastoreo    | 112,63     | 2          | 56,31      | 2,15     | 0,1329         |
| Bloque      | 121,04     | 3          | 40,35      | 1,54     | 0,2230         |
| Tratamiento | 9,19       | 3          | 3,06       | 0,12     | 0,9497         |
| Pastoreo*   |            |            |            |          |                |
| Tratamiento | 122,30     | 6          | 20,38      | 0,78     | 0,5938         |
| Error       | 865,77     | 33         | 26,24      |          |                |
| Total       | 1230,92    | 47         |            |          |                |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=4,98588

Error: 26,2354 gl: 33

| <u>Tratamiento</u> | <u>Medias</u> | <u>n</u> | <u>E.E.</u> |
|--------------------|---------------|----------|-------------|
| FTa                | 6,23          | 12       | 1,48 A      |
| DA                 | 6,13          | 12       | 1,48 A      |
| FTu                | 6,06          | 12       | 1,48 A      |
| FBr                | 5,14          | 12       | 1,48 A      |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=3,84984

Error: 26,2354 gl.: 33

| <u>Pastoreo</u> | <u>Medias</u> | <u>n.</u> | <u>E.E.</u> |
|-----------------|---------------|-----------|-------------|
| 2,00            | 7,28          | 16        | 1,28 A      |
| 1,00            | 6,64          | 16        | 1,28 A      |

3,00    3,76    16 1,28 A

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

S.d.

Variable N.    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV.

S.d.    47 0,51    0,30 66,84

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC. especifique los contrastes apropiados.

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

| <u>F.V.</u>  | <u>SC.</u>     | <u>gl.</u> | <u>CM.</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|----------------|------------|------------|----------|----------------|
| Modelo       | 1098,95        | 14         | 78,50      | 2,38     | 0,0212         |
| Pastoreo     | 355,00         | 2          | 177,50     | 5,37     | 0,0097         |
| Bloque       | 195,01         | 3          | 65,00      | 1,97     | 0,1386         |
| Tratamiento  | 316,20         | 3          | 105,40     | 3,19     | 0,0367         |
| Pastoreo*    |                |            |            |          |                |
| Tratamiento  | 232,73         | 6          | 38,79      | 1,17     | 0,3444         |
| Error        | 1056,92        | 32         | 33,03      |          |                |
| <u>Total</u> | <u>2155,87</u> | <u>46</u>  |            |          |                |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=5,66458

Error: 33,0286 gl.: 32

Tratamiento Medias    n.    E.E.

|           |             |           |               |
|-----------|-------------|-----------|---------------|
| FBr       | 13,05       | 11        | 1,76 A        |
| FTa       | 8,33        | 12        | 1,66 A B      |
| FTu       | 8,01        | 12        | 1,66 A B      |
| <u>DA</u> | <u>5,36</u> | <u>12</u> | <u>1,66 B</u> |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=4,37221

Error: 33,0286 gl.: 32

Pastoreo Medias    n.    E.E.

|             |             |           |               |
|-------------|-------------|-----------|---------------|
| 2,00        | 10,61       | 16        | 1,44 A        |
| 3,00        | 10,35       | 16        | 1,44 A        |
| <u>1,00</u> | <u>5,10</u> | <u>15</u> | <u>1,50 B</u> |

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

Rem. gram. %1

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Gram. %1 48 0,45 0,22 31,17

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      | 6628,36    | 14         | 473,45     | 1,94     | 0,0581         |
| Pastoreo    | 0,00       | 2          | 0,00       | 0,00     | >0,9999        |
| Bloque      | 3310,85    | 3          | 1103,62    | 4,53     | 0,0091         |
| Tratamiento | 3317,51    | 3          | 1105,84    | 4,54     | 0,0091         |
| Pastoreo*   |            |            |            |          |                |
| Tratamiento | 0,00       | 6          | 0,00       | 0,00     | >0,9999        |
| Error       | 8044,73    | 33         | 243,78     |          |                |
| Total       | 14673,09   | 47         |            |          |                |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=15,19838

Error: 243,7796 gl: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

|     |       |    |      |     |
|-----|-------|----|------|-----|
| FBr | 61,53 | 12 | 4,51 | A   |
| DA  | 51,58 | 12 | 4,51 | A B |
| FTu | 49,13 | 12 | 4,51 | A B |
| FTa | 38,15 | 12 | 4,51 | B   |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=11,73540

Error: 243,7796 gl.: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

|      |       |    |      |   |
|------|-------|----|------|---|
| 3,00 | 50,09 | 16 | 3,90 | A |
| 2,00 | 50,09 | 16 | 3,90 | A |
| 1,00 | 50,09 | 16 | 3,90 | A |

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

Rem. leg. %1

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Leg. %1 48 0,68 0,55 78,08

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.      | gl. | CM.     | F     | p-valor |
|-------------|----------|-----|---------|-------|---------|
| Modelo      | 12528,36 | 14  | 894,88  | 5,08  | 0,0001  |
| Pastoreo    | 0,00     | 2   | 0,00    | 0,00  | >0,9999 |
| Bloque      | 26,47    | 3   | 8,82    | 0,05  | 0,9849  |
| Tratamiento | 12501,89 | 3   | 4167,30 | 23,67 | <0,0001 |
| Pastoreo*   |          |     |         |       |         |
| Tratamiento | 0,00     | 6   | 0,00    | 0,00  | >0,9999 |
| Error       | 5810,07  | 33  | 176,06  |       |         |
| Total       | 18338,43 | 47  |         |       |         |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=12,91613

Error: 176,0628 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.   |
|-------------|--------|----|--------|
| FTa         | 42,15  | 12 | 3,83 A |
| FBr         | 20,03  | 12 | 3,83 B |
| FTu         | 4,03   | 12 | 3,83 C |
| DA          | 1,78   | 12 | 3,83 C |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=9,97316

Error: 176,0628 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.   |
|----------|--------|----|--------|
| 2,00     | 16,99  | 16 | 3,32 A |
| 1,00     | 16,99  | 16 | 3,32 A |
| 3,00     | 16,99  | 16 | 3,32 A |

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

Rem. maleza %1

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.

Maleza %1 48 0,81 0,73 31,59

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.     | gl. | CM.     | F     | p-valor |
|-------------|---------|-----|---------|-------|---------|
| Modelo      | 6600,17 | 14  | 471,44  | 10,04 | <0,0001 |
| Pastoreo    | 8,17    | 2   | 4,08    | 0,09  | 0,9169  |
| Bloque      | 728,75  | 32  | 42,92   | 5,17  | 0,0048  |
| Tratamiento | 5838,76 | 3   | 1946,25 | 41,46 | <0,0001 |
| Pastoreo*   |         |     |         |       |         |
| Tratamiento | 24,50   | 6   | 4,08    | 0,09  | 0,9972  |
| Error       | 1549,05 | 33  | 46,94   |       |         |

Total 8149,22 47

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=6,66921

Error: 46,9410 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.   |
|-------------|--------|----|--------|
| FTu         | 38,51  | 12 | 1,98 A |
| DA          | 24,58  | 12 | 1,98 B |
| FBr         | 12,63  | 12 | 1,98 C |
| FTa         | 11,05  | 12 | 1,98 C |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=5,14962

Error: 46,9410 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.   |
|----------|--------|----|--------|
| 2,00     | 21,98  | 16 | 1,71 A |
| 1,00     | 21,98  | 16 | 1,71 A |
| 3,00     | 21,11  | 16 | 1,71 A |

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

Rem. r. secos %

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.

R. secos % 48 0,66 0,52 55,73

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.     | gl. | CM.    | F     | p-valor |
|-------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Modelo      | 3098,96 | 14  | 221,35 | 4,58  | 0,0002  |
| Pastoreo    | 0,00    | 2   | 0,00   | 0,00  | >0,9999 |
| Bloque      | 1323,39 | 3   | 441,13 | 9,13  | 0,0002  |
| Tratamiento | 1775,57 | 3   | 591,86 | 12,24 | <0,0001 |
| Pastoreo*   |         |     |        |       |         |
| Tratamiento | 0,00    | 6   | 0,00   | 0,00  | >0,9999 |
| Error       | 1595,24 | 33  | 48,34  |       |         |
| Total       | 4694,19 | 47  |        |       |         |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=6,76790

Error: 48,3405 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.   |
|-------------|--------|----|--------|
| DA          | 22,60  | 12 | 2,01 A |
| FTu         | 11,60  | 12 | 2,01 B |
| FTa         | 8,83   | 12 | 2,01 B |
| FBr         | 6,88   | 12 | 2,01 B |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=5,22582

Error: 48,3405 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.   |
|----------|--------|----|--------|
| 3,00     | 12,48  | 16 | 1,74 A |
| 2,00     | 12,48  | 16 | 1,74 A |
| 1,00     | 12,48  | 16 | 1,74 A |

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

Rem. s.d. %

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.

S.d. % 48 0,39 0,13 121,66

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.     | gl. | CM.    | F    | p-valor |
|-------------|---------|-----|--------|------|---------|
| Modelo      | 701,42  | 14  | 50,10  | 1,50 | 0,1654  |
| Pastoreo    | 0,00    | 2   | 0,00   | 0,00 | >0,9999 |
| Bloque      | 9,00    | 3   | 3,00   | 0,09 | 0,9651  |
| Tratamiento | 692,42  | 3   | 230,81 | 6,91 | 0,0010  |
| Pastoreo*   |         |     |        |      |         |
| Tratamiento | 0,00    | 6   | 0,00   | 0,00 | >0,9999 |
| Error       | 1102,01 | 33  | 33,39  |      |         |
| Total       | 1803,42 | 47  |        |      |         |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=5,62514

Error: 33,3941 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.     |
|-------------|--------|----|----------|
| FTu         | 9,53   | 12 | 1,67 A   |
| FBr         | 7,35   | 12 | 1,67 A B |
| DA          | 1,75   | 12 | 1,67 B C |
| FTa         | 0,37   | 12 | 1,67 C   |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=4,34344

Error: 33,3941 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.   |
|----------|--------|----|--------|
| 3,00     | 4,75   | 16 | 1,44 A |
| 2,00     | 4,75   | 16 | 1,44 A |
| 1,00     | 4,75   | 16 | 1,44 A |

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

Disp. gram. (kg/ha)

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Disp. gram. (kg/ha) 48 0,40 0,14 39,91

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      | 4655763,63  | 14         | 332554,54  | 1,56     | 0,1452         |
| Pastoreo    | 983044,29   | 2          | 491522,15  | 2,30     | 0,1160         |
| Bloque      | 2332052,90  | 3          | 777350,97  | 3,64     | 0,0226         |
| Tratamiento | 683616,06   | 3          | 227872,02  | 1,07     | 0,3765         |
| Pastoreo*   |             |            |            |          |                |
| Tratamiento | 657050,38   | 6          | 109508,40  | 0,51     | 0,7944         |
| Error       | 7049640,85  | 33         | 213625,48  |          |                |
| Total       | 11705404,48 | 47         |            |          |                |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=449,90944

Error: 213625,4804 gl.: 33

Tratamiento Medias n. E.E.

|     |         |    |          |
|-----|---------|----|----------|
| FBr | 1293,75 | 12 | 133,42 A |
| FTa | 1225,25 | 12 | 133,42 A |
| DA  | 1139,42 | 12 | 133,42 A |
| FTu | 974,50  | 12 | 133,42 A |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=347,39673

Error: 213625,4804 gl.: 33

Pastoreo Medias n. E.E.

|      |         |    |          |
|------|---------|----|----------|
| 1,00 | 1354,13 | 16 | 115,55 A |
| 3,00 | 1104,31 | 16 | 115,55 A |
| 2,00 | 1016,25 | 16 | 115,55 A |

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

Disp. leg. (kg/ha)

Variable N. R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV.  
Disp. leg. (kg/ha) 48 0,44 0,20 95,81

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.        | gl. | CM.       | F    | p-valor |
|-------------|------------|-----|-----------|------|---------|
| Modelo      | 1648693,33 | 14  | 117763,81 | 1,85 | 0,0724  |
| Pastoreo    | 48989,54   | 2   | 24494,77  | 0,38 | 0,6835  |
| Bloque      | 793843,42  | 3   | 264614,47 | 4,16 | 0,0132  |
| Tratamiento | 618756,08  | 3   | 206252,03 | 3,24 | 0,0344  |
| Pastoreo*   |            |     |           |      |         |
| Tratamiento | 187104,29  | 6   | 31184,05  | 0,49 | 0,8110  |
| Error       | 2100130,58 | 33  | 63640,32  |      |         |
| Total       | 3748823,92 | 47  |           |      |         |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=245,56404

Error: 63640,3207 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.      |
|-------------|--------|----|-----------|
| FTa         | 387,08 | 12 | 72,82 A   |
| FBr         | 328,50 | 12 | 72,82 A B |
| FTu         | 252,83 | 12 | 72,82 A B |
| DA          | 84,75  | 12 | 72,82 B   |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=189,61181

Error: 63640,3207 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.    |
|----------|--------|----|---------|
| 3,00     | 305,75 | 16 | 63,07 A |
| 1,00     | 255,44 | 16 | 63,07 A |
| 2,00     | 228,69 | 16 | 63,07 A |

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

Disp. malezas (kg/ha)

| Variable             | N. | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj. | CV.   |
|----------------------|----|----------------|--------------------|-------|
| Disp.malezas (kg/ha) | 48 | 0,41           | 0,17               | 47,48 |

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.        | gl. | CM.       | F    | p-valor |
|-------------|------------|-----|-----------|------|---------|
| Modelo      | 875594,83  | 14  | 62542,49  | 1,67 | 0,1115  |
| Pastoreo    | 269591,29  | 2   | 134795,65 | 3,60 | 0,0386  |
| Bloque      | 233096,17  | 3   | 77698,72  | 2,07 | 0,1226  |
| Tratamiento | 161606,67  | 3   | 53868,89  | 1,44 | 0,2494  |
| Pastoreo*   |            |     |           |      |         |
| Tratamiento | 211300,71  | 6   | 35216,78  | 0,94 | 0,4800  |
| Error       | 1236413,83 | 33  | 37467,09  |      |         |
| Total       | 2112008,67 | 47  |           |      |         |

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=188,41850

Error: 37467,0859 gl.: 33

| Tratamiento | Medias | n. | E.E.    |
|-------------|--------|----|---------|
| DA          | 494,83 | 12 | 55,88 A |
| FTu         | 422,17 | 12 | 55,88 A |
| FTa         | 372,50 | 12 | 55,88 A |
| FBr         | 341,17 | 12 | 55,88 A |

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=145,48699

Error: 37467,0859 gl.: 33

| Pastoreo | Medias | n. | E.E.    |
|----------|--------|----|---------|
| 3,00     | 463,94 | 16 | 48,39 A |
| 2,00     | 457,31 | 16 | 48,39 A |
| 1,00     | 301,75 | 16 | 48,39 B |

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

#### Anexo 7. Crecimiento ajustado o producción de MS (kg/ha)

| Variable    | N. | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj. | CV.   |
|-------------|----|----------------|--------------------|-------|
| Crec. ajus. | 48 | 0,27           | 0,00               | 46,81 |

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo III)

| F.V.        | SC.         | gl. | CM.       | F    | p-valor |
|-------------|-------------|-----|-----------|------|---------|
| Modelo      | 4092720,45  | 14  | 292337,17 | 0,88 | 0,5810  |
| Pastoreo    | 1755339,39  | 2   | 877669,70 | 2,66 | 0,0851  |
| Bloque      | 680712,08   | 3   | 226904,03 | 0,69 | 0,5665  |
| Tratamiento | 268492,46   | 3   | 89497,49  | 0,27 | 0,8459  |
| Pastoreo*   |             |     |           |      |         |
| Tratamiento | 1388176,52  | 6   | 231362,75 | 0,70 | 0,6512  |
| Error       | 10901262,96 | 33  | 330341,30 |      |         |
| Total       | 14993983,41 | 47  |           |      |         |

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=559,47415

Error: 330341,3019 gl.: 33

| <u>Tratamiento</u> | <u>Medias</u> | <u>n.</u> | <u>E.E.</u> |   |
|--------------------|---------------|-----------|-------------|---|
| FBr                | 1330,33       | 12        | 165,92      | A |
| DA                 | 1241,24       | 12        | 165,92      | A |
| FTa                | 1219,51       | 12        | 165,92      | A |
| FTu                | 1120,04       | 12        | 165,92      | A |

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=431,99691

Error: 330341,3019 gl.: 33

| <u>Pastoreo</u> | <u>Medias</u> | <u>n.</u> | <u>E.E.</u> |     |
|-----------------|---------------|-----------|-------------|-----|
| 3,00            | 1409,91       | 16        | 143,69      | A   |
| 1,00            | 1309,85       | 16        | 143,69      | A B |
| 2,00            | 963,58        | 16        | 143,69      | B   |

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