

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PRODUCTIVIDAD DE CUATRO MEZCLAS FORRAJERAS, CON Y SIN
RIEGO SUPLEMENTARIO, EN INVIERNO-PRIMAVERA-VERANO DE SU
SEGUNDO AÑO DE VIDA**

por

**Juan Mauricio NÚÑEZ NÚÑEZ
Marcelo NÚÑEZ NÚÑEZ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2017**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. (MSc.) Sylvia Saldanha

Ing. Agr. (MSc.) Álvaro Otero

Ing. Agr. Oscar Bentancur

Fecha: 15 de diciembre de 2017

Autores: -----
Juan Mauricio Núñez Núñez

Marcelo Núñez Núñez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar se agradece a la tutora a cargo de este trabajo, por su disponibilidad en todo momento y colaboración en cada etapa, sin la cual no habría sido posible su realización.

Muy agradecidos a la colaboración de José Ferrón, el cual ha hecho un aporte fundamental para esto, colaborando en momentos de alta demanda de trabajo.

Se agradece a todo el personal de EEFAS, que sin dudas sin la ayuda de ellos en cada proceso este trabajo no habría sido posible.

Por último y más importante agradecemos a nuestra familia por el apoyo incondicional que hemos recibido a lo largo de toda la carrera, porque gracias a ellos y a dios hoy estamos en este lugar.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE GRAMÍNEA UTILIZADAS.....	2
2.1.1 <u>Festuca arundinacea</u>	2
2.1.2 <u>Dactylis glomerata</u>	4
2.1.3 <u>Bromus auleticus</u>	6
2.2 DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE LEGUMINOSAS UTILIZADAS.....	7
2.2.1 <u>Medicago sativa</u>	7
2.2.2 <u>Lotus corniculatus</u>	9
2.2.3 <u>Trifolium pratense</u>	11
2.2.4 <u>Trifolium repens</u>	13
2.3 COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES CONFORMANDO MEZCLAS FORRAJERAS ENSECANO.....	15
2.4 PARTICULARIDADES DE LA SITUACIÓN HÍDRICA NACIONAL Y NECESIDAD CRECIENTE DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS	18
2.4.1 <u>Consideraciones con respecto al riego en sí</u>	19
2.5 ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN NACIONAL EN RIEGO SUPLEMENTARIO EN PASTURAS	20
2.5.1 <u>Experimento instalado en INIA La Estanzuela</u>	20
2.5.2 <u>Ensayo instalado en la estación experimental Mario Cassinoni</u>	22
2.5.3 <u>Experimento instalado en la unidad experimental de INIA Glencoe y otros</u>	22

3	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES	25
3.1.1	<u>Ubicación geográfica del experimento</u>	25
3.1.2	<u>Descripción del área experimental</u>	25
3.1.3	<u>Antecedentes del área experimental</u>	25
3.1.4	<u>Descripción de las mezclas evaluadas</u>	26
3.1.5	<u>Diseño experimental</u>	26
3.1.6	<u>Metodología experimental</u>	28
3.2	CONDICIONES AMBIENTALES EN EL PERÍODO EVALUADO	31
3.2.1	<u>Temperatura y precipitación</u>	31
3.2.1.1	Condiciones ambientales correspondientes a mayo	32
3.2.1.2	Condiciones ambientales correspondientes a junio	33
3.2.1.3	Condiciones ambientales correspondientes a julio	35
3.2.1.4	Condiciones ambientales correspondientes a agosto	35
3.2.1.5	Condiciones ambientales correspondientes a setiembre	36
3.2.1.6	Condiciones ambientales correspondientes a octubre.....	37
3.2.1.7	Condiciones ambientales correspondientes a noviembre	37
3.2.1.8	Condiciones ambientales correspondientes a diciembre	38
3.2.1.9	Condiciones ambientales correspondientes a enero.....	37
3.2.1.10	Condiciones ambientales correspondientes a febrero.....	38
3.2.2	<u>Evolución del contenido de agua en el suelo</u>	40
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	41
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
4.1	PRODUCCIÓN DE FORRAJE TOTAL Y POR COMPONENTES EN EL PERÍODO EVALUADO	42
4.2	CRECIMIENTO PROMEDIO DEL FORRAJE TOTAL Y POR COMPONENTES SEGÚN LOS PERÍODOS DEFINIDOS	47
4.3	BIOMASA DE FORRAJE PRE PASTOREO (DISPONIBLE) TOTAL Y POR COMPONENTES.....	50
4.4	BIOMASA DE FORRAJE POS PASTOREO (REMANENTE) TOTAL Y POR COMPONENTES	55

4.5	CONSUMO TOTAL EN EL PERÍODO, VARIACIÓN POR FECHA Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA	56
4.6	EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL FORRAJE OFRECIDO Y PRODUCIDO.....	59
5	<u>CONCLUSIONES</u>	61
6	<u>RESUMEN</u>	63
7	<u>SUMMARY</u>	64
8	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	65
9	<u>ANEXOS</u>	72

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje acumulada para la primavera -verano, para tres especies en su segundo año de vida.	21
2. Respuesta al riego en festuca con niveles crecientes de nitrógeno.	23
3. Precipitaciones promedio serie histórico 1961/1990, precipitaciones en EEFAS 2015/2016	39
4. Contenido volumétrico de agua para capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente para el suelo en estudio.....	40
5. Producción total de forraje promedio (kg.MS/ha), con riego y sin riego.....	42
6. Producción total de forraje promedio (kg.MS/ha) correspondiente a gramíneas sembradas, con riego y sin riego.	44
7. Evolución de tasa de crecimiento promedio de gramíneas sembradas con y sin riego suplementario en los distintos períodos definidos.	48
8. Evolución de tasa de crecimiento promedio de leguminosas con y sin riego suplementario en los distintos períodos definidos.	50
9. Forraje disponible(kg.MS/ha) para cada mezcla y período definido.....	51
10. Aporte de los diferentes componentes al forraje ofrecido, promedio de todo el período evaluado.....	53
11. Aporte de gramíneas al forraje ofrecido promedio de todo el período evaluado, con y sin riego.	53
12. Contribución porcentual de los distintos componentes de la mezcla al forraje ofrecido promedio de todo el período.....	54

13. Efecto del riego en la fracción correspondiente a gramíneas espontáneas.	54
14. Consumo total de forraje según mezcla.....	56
15. Consumo estacional de forraje y promedio de los pastoreos.....	57
16. Proporción del consumo correspondiente a fracción gramíneas y leguminosas.	57

Figura No.

1. Croquis del experimento con sus bloques y tratamientos.	27
2. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de mayo en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.	32
3. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de junio en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.	33
4. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de julio en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.	33
5. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de agosto en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.	34
6. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el	

mes de setiembre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.....	35
7. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de octubre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.....	35
8. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de noviembre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.....	36
9. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de diciembre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.....	37
10. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de enero en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.....	37
11. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de febrero en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto.....	38
12. Evolución del contenido de agua en el suelo.....	40
13. Producción de forraje (kg.MS/ha) de las leguminosas sembradas según mezcla.....	45
14. Producción de forraje (kg.MS/ha) del total de especies sembradas según mezcla.....	46
15. Crecimiento diario promedio de todas las mezclas según los períodos definidos.....	47
16. Crecimiento diario promedio de leguminosas según los períodos definidos.....	49
17. Evolución de disponibilidad de forraje según los períodos definidos.....	52

18. Evolución de gramíneas espontáneas según los períodos definidos.	55
19. Proporción de la dieta (forraje desaparecido) que corresponde a las especies sembradas según mezclas.....	58
20. Evolución de la eficiencia de utilización del forraje ofrecido en función del transcurso de los períodos definidos	59
21. Eficiencia de utilización del forraje total producido según mezcla.....	60

Foto No.

1. Foto correspondiente al primer riego efectuado día 23/1/16.....	30
--	----

1 INTRODUCCIÓN

El estrés hídrico es uno de los principales factores ecológicos que impacta en los ecosistemas pastoriles de la ganadería extensiva, existe alta probabilidad de ocurrencia de déficit hídricos en el período estival, que afectan negativamente la productividad del ecosistema al reducir la producción de forraje de las pasturas naturales de acuerdo al tipo de suelo, y de drásticas reducciones de las poblaciones de especies forrajeras introducidas (Olmos, citado por Boggiano et al., 2012).

El déficit hídrico se manifiesta generalmente a partir de noviembre y se prolonga hasta febrero. Una alternativa tecnológica para aumentar y estabilizar la oferta forrajera es la inclusión del riego en pasturas y forrajes, mediante riegos estratégicos con el objetivo de maximizar productividades en forrajes especializados en producción de materia seca (MS) estival o con el fin de lograr el aumento de la persistencia de pasturas (Boggiano et al., 2012).

Durante el verano, y en condiciones promedio, el contenido de agua disponible de los suelos no satisface la demanda de los cultivos y pasturas. Por otro lado, el país asiste a un escenario de intensificación de la producción con un aumento de las necesidades de agua por unidad de área. Esto último es resultado de una alta presión y competencia entre rubros por el uso de la tierra (Ayala et al., 2010).

En resumen, se propone cuantificar la producción y composición del forraje invierno-primavero-estival de cuatro mezclas forrajeras en su segundo año de vida, bajo pastoreo, con y sin riego suplementario.

Las mezclas en estudio son cuatro, y se componen de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, una segunda mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, la tercer mezcla está compuesta por *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* y por último *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus*.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE GRAMÍNEAS UTILIZADAS

A continuación y como punto de partida se realiza una descripción de los principales atributos y comportamientos productivos de las especies que componen cada una de las mezclas forrajeras evaluadas. Las gramíneas forrajeras ocupan un lugar muy importante en las pasturas cultivadas del Uruguay, ya sea como base de verdeos anuales o como componente de praderas de corta o larga duración en asociación con leguminosas (García, 2003).

2.1.1 *Festuca arundinacea*

Forrajera gramínea, perenne, invernada, una especie adaptable a un rango amplio de suelos, prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos. Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre). Debido a su alta producción y a su rebrote rápido esta especie necesita disponer de buena fertilidad, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas (Carámbula, 2007).

En la fase vegetativa el número de macollos aumenta en el período otoño-invernal, alcanzando los valores máximos a fines de esta estación, para posteriormente disminuir durante la primavera y el verano (Formoso, citado por Gallo et al., 2015).

Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes, pero en verano requiere un manejo cuidadoso. Una de las precauciones que hay que considerar es que es una especie que puede poseer porcentajes relativamente altos del hongo endófito *Neotyphodium coenophialium*, que provoca festucosis en los animales. Según Larrambere (1997), cuando una pastura implantada se encuentra contaminada no es posible erradicar el problema, el control se efectúa mediante la siembra de semilla libre de hongo. Esto último se determina mediante un análisis de semilla al microscopio.

Dentro de las características negativas de la especie está que la implantación es lenta con plántulas muy poco vigorosas, es por ello que en esa

etapa debe manejarse con mucho cuidado, para que no sea dominada por especies anuales de crecimiento rápido (Carámbula, 2007).

Según Formoso (2010), bajo las condiciones generales de siembra a nivel comercial en el país, donde frecuentemente se constatan camas de siembra para semillas finas apartadas de las condiciones ideales, debería priorizarse la siembra en líneas. Ese método reduce notablemente los riesgos de malas implantaciones y permite una más rápida germinación y tasas de crecimiento iniciales con mayor precocidad.

Debido a la falta de latencia estival y a que no es capaz de acumular grandes volúmenes de reserva, en caso de ser manejada de manera excesivamente intensa, tanto su productividad como su persistencia pueden verse comprometidas. Por esos motivos, ciertos períodos de descanso favorecen su buen comportamiento (López et al., 1967).

La festuca alta admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes porque las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman las coronas de las plantas y porque por lo general las plantas presentan áreas foliares remanentes altas luego de los pastoreos (McKee et al., 1967). Su sistema radicular soporta bien el pastoreo incluso en época en que el terreno está húmedo (Muslera y Ratera, 1984).

Especies como festuca presentan una alta proporción de macollos que potencialmente pueden florecer y de no realizarse un “control temprano de la floración”, la densidad poblacional de las pasturas se degrada profundamente perdiendo calidad y capacidad productiva. Como regla orientativa, se deberá intentar comenzar el pastoreo cuando las pasturas bien manejadas rondan una altura de 15 a 18 centímetros y tengan una “biomasa equivalente” a 1700-2200 kg/ha de MS dependiendo de la densidad de macollos, y retirando a una altura de 5 centímetros. Esta medida fomentará el macollaje y eliminará una alta proporción de los macollos inducidos, favoreciendo la supervivencia y proliferación de los macollos vegetativos, o sea, de los que depende que exista una estructura cespitosa, con la mayor densidad poblacional que permita el suelo, y predominantemente foliosa (Agnusdei y Castaño, 2011).

La falta de apetecibilidad en etapas avanzadas del crecimiento es otro de los principales inconvenientes que presenta festuca, razón por la cual en algunas zonas su utilización es limitada (Carámbula, 2007).

Si bien la festuca tolera el pastoreo continuo mejor que otras especies, la mejor performance en rendimiento y calidad se obtiene con pastoreos

rotativos. Si se dilata el pastoreo se reduce la calidad del forraje. El manejo de primavera debe prevenir la encañazón mediante pastoreos más intensos y frecuentes. Por el contrario, el manejo de verano debe ser cuidadoso, evitando pastorear hasta que la pastura alcance 15-18 centímetros y dejando un remanente de 7-10 centímetros y en períodos de sequía retirar el pastoreo (Ayala et al., 2010).

La tasa de crecimiento máxima se da durante la primavera y es de 52 kg de MS/ha/día. En cambio, durante el verano mantiene tasas de crecimiento entre 10-20 kg de MS/ha/día, aumenta gradualmente durante el otoño para luego volver a descender hacia el invierno (García, citado por Gallo et al., 2015).

2.1.2 *Dactylis glomerata*

Conocido también como pasto ovillo o pasto azul, es una especie perenne invernada, requiere suelos medianos a pesados, pero a diferencia de *Festuca arundinacea*, tiene menos requerimientos de fertilidad y se implanta más rápido. Es la gramínea perenne que mejor control tiene sobre la gramilla (Carámbula, 2007).

García (1995) caracterizó a *Dactylis glomerata* como la gramínea perenne que mejor se adapta a suelos de moderada fertilidad o acidez, así como aquella que tolera un mayor rango de texturas de suelos, siempre y cuando su permeabilidad sea aceptable. A su vez, su floración tardía y carencia de latencia estival alargan su estación de crecimiento, convirtiéndolo en un muy buen competidor para la gramilla (*Cynodon dactylon*).

Se trata de una especie moderadamente resistente a los fríos, y que produce bien aún con temperaturas elevadas, siempre que disponga de humedad suficiente. Resiste bastante bien a la acidez y se destaca por su tolerancia a la sombra, lo cual le permite desarrollarse bien en siembras asociadas, esta gramínea posee un sistema radicular muy superficial, por lo que antes y durante el verano deberá manejarse de tal forma que se promueva una buena producción de raíces y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas. De esta forma se favorecerá la persistencia de la especie durante el verano, ya que al igual que *Festuca arundinacea*, no posee mecanismos de latencia y sus sistemas radiculares permanecen activos a lo largo de casi todo el año.

Debido a que las sustancias de reservas en la especie se encuentran ubicadas en la base de macollos y en las vainas de las hojas, acepta defoliaciones frecuentes pero no intensas (Carámbula, 2007).

De acuerdo con García, citado por Carámbula (2007), los resultados que se lograron cuando se comparó durante tres años un manejo frecuente (15 cortes por año) con un manejo normal (7 cortes por año), demostraron que un manejo normal permitió obtener 23% más de forraje por año, asimismo se observó que al cuarto año, esos tratamientos no presentaron diferencias en el stand de plantas entre sí, demostrando la buena versatilidad de la especie para adoptar hábitos de crecimiento distintos, volviéndose más postrado ante manejos más frecuentes.

No obstante, siempre se debe tener en cuenta los manejos más apropiados para cada leguminosa que lo acompañe. Debido a que posee crecimiento otoño-inverno-primaveral, es aconsejable sembrarlo con leguminosas de ciclo similar tales como trébol rojo o blanco. Esta mezcla de dactylis con trébol rojo o blanco puede ser de buen valor en suelos húmedos o donde sea factible el uso de riego, ya que dichas especies podrán sobrevivir más fácilmente en el verano y producir buenos volúmenes de forraje si se disponen de cantidades apropiadas de agua (Carámbula, 2007).

Con respecto a los cultivares más utilizados a nivel nacional, según Ayala et al. (2010), el cultivar Oberón de muy buen vigor inicial y rápida implantación, es más productivo que el cultivar Porto, del cual se distingue además por su floración más temprana, hábito semi erecto (Porto: erecto) y mayor macollaje.

Indicada para mezclas de praderas de larga duración especialmente en aquellos suelos de menor potencial y fertilidad relativa. Su forraje de buena calidad, alto tenor proteico y palatable es muy apto para producción de leche e invernada (Ayala et al., 2010).

La producción total anual y estacional depende de la intensidad del manejo del pastoreo. En una pradera mezcla el manejo durante todo el año, con frecuencia de 18 centímetros e intensidad de 7,5 centímetros registraron los mejores rendimientos anuales de la pastura. El pastoreo con frecuencia de 7,5 centímetros e intensidad de 2,5 centímetros fue perjudicial durante el verano, pero en el otoño se favoreció a *Dactylis glomerata* con este mismo tratamiento ya que disminuyó la competencia de los tréboles (Langer, 1981).

2.1.3 Bromus auleticus

Bromus es una especie perenne invernada, de floración muy temprana y se adapta a un amplio rango de suelos, desde arenoso a arcilloso. Produce forraje de calidad en otoño-invierno y no tiene latencia estival, sobreviviendo adecuadamente a los períodos críticos de invierno y verano. A medida que avanza la edad de la pastura su contribución al rendimiento va en ascenso, presentando gran persistencia como uno de los atributos más valiosos de esta forrajera. Tener en cuenta al momento de la elección de la especie a sembrar, que esta no acepta niveles altos de humedad (Carámbula, 2007).

Olmos (1993), sostiene que bromus se trata de una especie que persiste por lo menos 5-6 años, situación que varía significativamente de acuerdo con el manejo que reciba (pastoreo) y los niveles de re fertilización anual. Se ha observado resiembra en la proximidad de sitios donde fue introducida, por lo que no hay que descartar la posibilidad de que cada 2-3 años luego de instalada, se permita la semillazón y resiembra natural como forma de favorecer su presencia en la pastura.

Debe tenerse presente también que, a pesar de ser una especie resistente a la sequía, un sobrepastoreo durante el verano la perjudicará frente a las demás especies, teniendo en este caso además un pobre comportamiento forrajero otoñal. Un pastoreo liviano o no pastoreo en verano permitirá que las primeras lluvias de marzo afecten favorablemente su crecimiento, llegando a abril con 2000 kg/MS/ha de disponibilidad de forraje de buena calidad (Carámbula, 2007).

Con respecto a los cultivares manejados a nivel nacional, INIA Tabobá se destaca por su producción de forraje otoñal, superando en más de 1000 kg/MS/ha al cultivar Estanzuela Campero. La producción invernada de ambos cultivares en suelos arenosos es muy similar, a su vez la calidad del forraje producido es adecuada en proteína cruda y en digestibilidad, pudiéndose incrementar ambas por medio de las fertilizaciones nitrogenadas (Ayala et al., 2010).

Es recomendable manejarlo mediante pastoreo rotativo durante su período de crecimiento. Para la obtención de semilla es necesario suprimir el pastoreo a inicios de primavera, cuando levanta el ápice reproductivo. Su producción y calidad de forraje en otoño contribuye a la alimentación de vacunos (ideal en destete de terneros), terminación de categorías de vacunos y ovinos para carne y eventualmente producción de leche (Ayala et al., 2010).

2.2 DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE LEGUMINOSAS UTILIZADAS

2.2.1 Medicago sativa

La alfalfa es una leguminosa de crecimiento estival con alto potencial de rendimiento de forraje. Es sensible a la acidez y el pH óptimo se sitúa en 6 a 6,5. Es una leguminosa de raíz pivotante muy profunda que tiene gran potencial de crecimiento estival, y excelente tolerancia al estrés hídrico (Ayala et al., 2010).

Es una planta prototipo de cultivos henificables y de los pastoreos rotativos, presenta cualidades excelentes por sus altos rendimientos en cantidad y calidad de forraje, por su carácter mejorador de suelos y restaurador de la fertilidad en las rotaciones, así como por su adaptación satisfactoria en regiones muy diversas (Carámbula, 2007).

La alfalfa entrega gran parte de su producción en primavera, época en que normalmente las temperaturas y la disponibilidad de agua favorecen su buen crecimiento. No obstante, entrado el verano con condiciones climáticas menos favorables, su comportamiento se hace más variable, dependiendo en especial de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo. Durante el otoño su producción es relativamente baja, lo cual unido al manejo cauteloso que se le debe aplicar en esa estación, para favorecer su supervivencia y productividad, impide contar de manera segura con esa especie, y por consiguiente se debe considerar la posibilidad de que no se registre una contribución activa (Carámbula, 2007).

Crece bien en suelos francos, profundos, con subsuelo permeable y especialmente con buen drenaje. Es una especie en la que el crecimiento se da a partir de la corona, por lo que puede admitir pastoreos intensos, pero los mismos deben ser poco frecuentes para darle oportunidad de acumular reservas y generar un buen rebrote al siguiente pastoreo (Carámbula, 1977).

Como se ha mencionado la alfalfa está adaptada a esquemas de pastoreo rotativos, poco frecuentes, intensos y de corta duración. Una vez que es removida la parte aérea, se utilizan las reservas disponibles en la raíz para producir un nuevo crecimiento del follaje. El nivel más bajo de reservas en la planta generalmente ocurre alrededor de dos o tres semanas después de la defoliación, cuando las plantas alcanzan 15-20 centímetros de altura, por lo que en esta etapa es absolutamente desaconsejado el pastoreo o corte. A partir de este momento y en la medida que las plantas continúen su crecimiento vigoroso, las reservas en la raíz se recuperan rápidamente (Rebuffo, 2005).

La utilización de alfalfa en mezclas con festuca, dactylis o cebadilla es una tecnología ampliamente aceptada y difundida entre los productores argentinos. Dicha asociación tiene ventajas desde el punto de vista del enmalezamiento y el riesgo de meteorismo (Formoso, 2000b).

Con respecto a los cultivares en el mercado nacional, la especie comprende un rango muy amplio de cultivares, es muy importante informarse bien sobre el grado de reposo o latencia invernal, la distribución estacional de la producción para cada cultivar y el comportamiento sanitario.

No existe un cultivar superior para todas las condiciones, y dentro de un mismo sistema de producción, es posible explotar la utilización de variedades con características complementarias (Labandera, 2000). Un pensamiento similar presentó Rebuffo (2000), el cual sostiene que la elección no debe resolverse por un único cultivar, sino que la complementariedad de cultivares de características contrastantes en un predio, permitirá diagramar con más certeza la secuencia estacional de pastoreo. El cultivar Estanzuela Chaná presenta excelente precocidad y vigor de plántulas lo que determina su alto rendimiento en el primer año, cuando se siembra en otoño temprano. Se destaca por su alta producción en todo el ciclo, entregando el 50% del forraje total en el verano. Su rápida recuperación después del corte permite obtener hasta 6 cortes al año es uno de los mejores cultivares frente a roya pero es algo más afectado por manchas en general (Rebuffo, 2000).

El uso de cultivares de diferente latencia puede complementar los objetivos productivos en un sistema intensivo. Los cultivares con latencia (reposo largo) están recomendados cuando el objetivo productivo es la henificación, ya que en primavera-verano las plantas son de gran porte, corona grande y alto número de tallos por planta. Por el contrario una alfalfa sin latencia muestra cierto grado de crecimiento aun con las bajas temperaturas del otoño y comienza a vegetar más temprano en la primavera, son plantas más erectas y de menor número de tallos por planta, y están recomendadas para pastoreo directo. Entre estos dos grupos se encuentran los cultivares con reposo invernal intermedio o corto, que se recomiendan en rotaciones largas ya que generalmente tienen buena persistencia (Ayala et al., 2010).

2.2.2 Lotus corniculatus

También conocido como lotus común, es perenne estival, se adapta a un amplio rango de suelos. Ofrece buen potencial de producción primavera-estivo-otoñal con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos (Carámbula, 2007).

El lotus se recomienda en suelos en donde la alfalfa no prospera. Su resistencia a la sequía, su alto valor nutritivo (su heno es comparable al de la alfalfa y su forraje verde al del trébol blanco) y su persistencia, hacen de ella una especie muy recomendable para ser incluida en mezclas forrajeras. Una de las características importantes es que más allá que generalmente se utilice en mezclas con gramíneas, también existe la posibilidad de poder sembrarlo puro, ya que el mismo no produce meteorismo (Formoso, 1993).

El género Lotus se ofrece como una alternativa muy válida frente a los otros géneros de leguminosas de uso común en Uruguay, ya que los elevados rendimientos de materia seca que produce, son acompañados por una excelente calidad. Asimismo, el género ofrece varias ventajas adicionales de gran relevancia como consecuencia de la presencia de taninos condensados en sus tejidos. Ellos otorgan a las especies de Lotus distintas cualidades entre las que deben mencionarse: ausencia de meteorismo al impedir la formación de espumas estables, presencia de proteínas sobrepasantes que evitan la pérdida de nitrógeno en el rumen, resistencia a ataques de plagas por la formación de barreras repelentes a los insectos (Ayala y Carámbula, 2009).

El género Lotus presenta una incidencia importante de enfermedades de raíz y corona que afectan la persistencia de la especie (Altier et al., 1996).

Carámbula (2007), ha expresado que el Lotus no es exigente en cuanto a requerimientos de suelo. Es una especie sumamente plástica, pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arenosos como en arcillosos. Además, puede crecer en suelos demasiado húmedos y pesados para la alfalfa o demasiado secos para el trébol blanco. Subsiste en suelos moderadamente ácidos o alcalinos, aun con bajos porcentajes de fósforo, esta última característica es muy importante dado la condición de la mayoría de los suelos del Uruguay.

La especie presenta como una de sus características tallos erectos, lo cual determina que la defoliación retire no solamente folíolos sino también meristemas axilares y apicales que se encuentran por encima de la altura de corte.

A su vez esa disposición de los tallos determina que las hojas más nuevas se encuentren en la parte superior del canopeo susceptibles a ser removidas por el diente animal, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de muy baja capacidad fotosintética, por lo tanto el rebrote en gran parte es dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Los manejos del pastoreo menos frecuentes de primavera determinan aumentos en la producción de forraje, mientras que la menor intensidad de cortes, origina mayor longevidad de las plantas. Cuando en primavera/verano el manejo es en forma frecuente, la disminución en la intensidad de cortes, de 3 a 6 centímetros determina aumentos sustanciales en la longevidad. Los factores involucrados en esta respuesta serían las reservas de energía en las raíces y el mayor número de meristemas axilares refoliadores en los nudos basales de los entrenudos remanentes (Formoso, 1996).

Según Pereira (2007), para lograr una buena persistencia hay que permitirle semillar, logrando un buen reclutamiento otoñal de plantas y así reemplazar aquellas que han muerto, lo que determina la importancia del buen manejo del pastoreo.

Un manejo intenso en otoño, que permita la entrada de luz a horizontes más profundos cuando mejoran las condiciones climáticas (mejor balance hídrico y menor temperatura), posibilita la reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Un aspecto importante a resaltar en cuanto al manejo, es el expresado por Collins (1982), el cual hace referencia a que la calidad del forraje de este lotus no declina tan rápido al avanzar el ciclo como en alfalfa y se mantiene con muy buena calidad para ser diferido.

En lo que refiere a la fertilización prevista, las dosis de fertilizante son inferiores a las requeridas para otras leguminosas, como trébol blanco, trébol rojo o alfalfa, pero igualmente deben ajustarse en función del análisis de suelo. En la implantación generalmente no se utilizan dosis inferiores a 40 kg./P₂O₅/ha en la mayoría de los suelos. Para el mantenimiento anual, pueden emplearse niveles superiores a 30 kg./P₂O₅/ha (Ayala et al., 2010).

Los cultivares utilizados en Uruguay responden al tipo europeo, con crecimiento en invierno cuando no se presentan fríos extremos. Estos cultivares también se definen como cultivares sin latencia o dormancia invernal, ejemplos son San Gabriel, INIA Draco, Agrosan Trueno, Baco, Cruz del Sur, El Boyero, Sanson (Ayala et al., 2010).

Los tipos europeos (ejemplo, San Gabriel) tiene excelente implantación en siembras convencionales y directa en otoño temprano (marzo-abril). Estas siembras tempranas de otoño aumentan la posibilidad de lograr altos volúmenes de forraje en primavera y llegar al primer verano con plantas desarrolladas con buen sistema radicular para enfrentar el déficit hídrico (Ayala et al., 2010).

2.2.3 Trifolium pratense

También conocida con el nombre de trébol rojo, esta es una especie bianual invernal, pudiéndose comportar como trianual y aún como perenne. Requiere suelos fértiles de texturas medias y pesadas con buena profundidad, pero bien drenados. Dentro de sus principales atributos se destaca su muy buen vigor inicial y rápido establecimiento, siendo muy apropiado para siembras asociadas por su alta tolerancia a la sombra. Su alta producción es de tipo otoño-inverno-primaveral con posibilidades de producción estival en veranos húmedos, según cultivares (Carámbula, 2007).

Estudios sobre el comportamiento en mezclas forrajeras han demostrado que las mayores producciones fueron alcanzadas en aquellas mezclas donde este trébol es el componente leguminosa (Formoso, 2011).

Debido a su buena precocidad mencionada anteriormente, aportará forraje temprano, pero según Carámbula (2007), debe considerarse que se trata de una especie perenne de vida corta debido a la presencia de enfermedades y a que su resiembra natural no es confiable. Por lo tanto en pasturas constituidas por gramíneas perennes, deberá ir siempre acompañada por alguna leguminosa perenne de vida larga, que posea buena sanidad y se resiembre naturalmente sin dificultades, como el trébol blanco.

Presenta el inconveniente de producir altos índices de meteorismo en ganado en pastoreo directo, incluso más que trébol blanco, probablemente porque el volumen y succulencia del forraje son relativamente mayores (Izaguirre, 1995).

Desde el punto de vista agronómico, los cultivares de esta especie pueden ser agrupados en tres tipos: de floración temprana, distinguida básicamente por su floración y crecimiento temprano en primavera, adaptándose mejor a pasturas de vida corta y suelos de alta fertilidad, el grupo de floración intermedia, caracterizados por florecer hasta dos semanas después que los anteriores y de producción primaveral más tardía, y por lo general son

más persistentes que los anteriores y por último se encuentra el grupo de floración tardía, en donde se encuentran aquellos tréboles que florecen 2-3 semanas más tarde que los de floración intermedia y son de crecimiento primaveral más tardío, siendo los de mayor persistencia, por lo que deberían utilizarse en praderas de vida mediana a larga, esta especie tolera bien la humedad en invierno y responde de manera excepcional al riego en verano, constituyendo junto al *Dactylis glomerata* una mezcla de gran producción estival. En los suelos ácidos, por sus bondades puede ocupar el lugar de la alfalfa (Carámbula, 2007).

A raíz de que su manejo de defoliación es similar al de la alfalfa, se adapta más a pastoreos rotativos o cortes que a pastoreos continuos. Por su hábito erecto es importante tener presente que va a admitir pastoreos intensos pero poco frecuentes, por lo que prácticas inversas a estas reducirán su productividad. En cuanto a su ventaja para hacer reservas, se trata probablemente de la leguminosa más adecuada para ser ensilada, aún temprano en su ciclo, ya que presenta en comparación con la alfalfa una muy buena digestibilidad asociado a un contenido de proteína ligeramente inferior y a un contenido de glúcidos más alto que aquella. Para ensilaje el corte se realiza cuando las plantas poseen un 50% de floración. El heno de esta leguminosa es de calidad algo inferior proporcionando porcentajes menores de proteína digestible que la alfalfa. También, al poco tiempo de cortado y de marchitado las hojas más expuestas a la luz se ennegrecen, lo cual conjuntamente con la proporción alta de tallos gruesos, hacen que pierda valor comercial (Carámbula, 2007).

Según Ayala et al. (2010), el trébol rojo, al igual que trébol blanco, es una leguminosa con altos requerimientos de fertilidad, y altas respuestas a la fertilización fosfatada. Las dosis de fertilización inicial y refertilizaciones son superiores a las requeridas para *Lotus corniculatus*, y deben ajustarse en función del análisis de suelo. A pesar de que es una leguminosa que puede crecer todo el año y tiene raíz pivotante, tiene alta susceptibilidad al estrés hídrico, por lo que es superada por alfalfa en producción estival.

Díaz et al. (1996) encontraron que al primer año existe una menor producción en otoño-invierno respecto al segundo año por tratarse del año de implantación. Por otra parte, las tasas de crecimiento en primavera-verano fueron superiores en el primer año respecto al segundo, siendo esto atribuido a los problemas de persistencia que ya empiezan a aparecer en la segunda primavera. La máxima tasa de crecimiento registrada en esa evaluación en La Estanzuela fue de 72 kg./MS/ha/día en noviembre del primer año.

2.2.4 Trifolium repens

Conocida con el nombre de trébol blanco, es una especie perenne invernada, aunque también puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos, no tolerando suelos superficiales. Se caracteriza por contar con un valor nutritivo elevado a lo largo de toda la estación de crecimiento. Al poseer tallos estoloníferos que enraízan en los suelos muy eficientemente admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes. Tiene muy buena resiembra natural, y al igual que el trébol rojo también presenta alto riesgo de meteorismo. Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez que cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo (Carámbula, 2007).

La gran adaptación del trébol blanco al manejo intenso y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior. Los cultivares de trébol blanco se agrupan o clasifican en tipos asociados a determinadas características, siendo la principal el tamaño de las hojas. Los cultivares de hojas pequeñas presentan además reducciones importantes de todas las partes vegetativas, a pesar de aceptar pastoreos intensos y prolongados, carecen de importancia agronómica en la región. Por el contrario, los cultivares de hojas grandes se caracterizan por un desarrollo vigoroso, particularmente en primavera, lo que permite ser utilizado para ensilaje y henificación no sin algunas dificultades, se caracteriza por exigir suelos más húmedos y por no tolerar los pastoreos continuos, aceptando mejor los pastoreos rotativos (Carámbula, 2007).

Debido a sus características que le confieren gran adaptación al manejo intenso, la recuperación tras el pastoreo es sumamente rápida permitiendo una gran frecuencia de aprovechamientos. Cada rebrote nuevo se produce a partir de la yema terminal de los estolones y de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas, las defoliaciones solo afectan generalmente a las hojas y pedúnculos florales no dañando casi nunca los puntos de crecimiento. El crecimiento de *Trifolium repens* puede ser afectado cuando crece en competencia con gramíneas a través de la reducción en el tamaño de la planta (Turkington, 1983). Igualmente, la forma en que el trébol blanco responde a la gramínea depende de cada genotipo (Turkington, 1989).

El trébol blanco no se siembra puro, a excepción que sea destinado a producir semilla. Cuando va ser pastoreado requiere ser acompañado con una

gramínea, ya que de lo contrario el forraje será desbalanceado y potencialmente riesgoso de que se registren casos de meteorismo. Por consiguiente, el trébol blanco debería ser sembrado siempre en mezclas con una gramínea. Así, mientras en suelos de mal drenaje es posible sembrarlo con festuca o raigrás perenne, en suelo de buen drenaje la gramínea indicada podría ser *dactylis* (Carámbula, 2007).

El cultivar más difundido en Uruguay es Estanduela Zapicán. Por ser un cultivar de alta producción con riesgo de meteorismo, es muy utilizado en los sistemas lecheros y ganaderos intensivos donde se utiliza en mezclas con gramíneas y se realizan pastoreos controlados. Es exigente en los niveles de fósforo, respondiendo en forma creciente a las dosis iniciales y anuales de mantenimiento (Ayala et al., 2010).

Manejos controlados de fines de primavera que permitan la semillazón y alivios durante el verano, particularmente en condiciones de estrés hídrico, favorecen su persistencia. En situaciones de suelos con marcado déficit hídrico en verano puede comportarse como una especie anual o bianual (Ayala et al., 2010).

En pasturas sometidas a un pastoreo muy intenso una cierta proporción de inflorescencias logran producir semillas, habiendo siempre una elevada proporción de semillas duras. Por lo tanto, un sobrepastoreo o una sequía no necesariamente implica perder todas las plantas, ya que aparecerán otras que las remplazarán (Langer, 1981).

Tiene un alto potencial de producción, teniendo su pico en primavera, acumulando en los tres primeros años en el en torno a las 24 toneladas por hectárea (Castro et al., 2013).

2.3 COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES CONFORMANDO MEZCLAS FORRAJERAS EN SECANO

Las mezclas forrajeras están compuestas por especies gramíneas y leguminosas perennes generalmente. El objetivo es producir alto rendimiento de materia seca con alto valor nutritivo, durante varios años. En Uruguay existen para lograr estos objetivos, dado principalmente por la variación estacional de algunos parámetros ambientales (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Millot (1969) sostiene que ciertas especies de ciclo estival son capaces de convivir con otras de ciclo invernal, haciendo un mejor uso del potencial productivo de los suelos, ejerciendo de esta forma una función semejante a lo que acontece en las praderas naturales. Para Santiñaque (1979), en Uruguay, las condiciones climáticas permiten el crecimiento conjunto de un amplio número de especies forrajeras.

Es recomendable no incluir más de 4 especies por mezcla y asegurarse que tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante, no incluir especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes. La importancia de las leguminosas es provocar no sólo aumentos en los rendimientos de materia seca de las gramíneas, sino que además mejorar la calidad del forraje producido (Hall y Vough, 2007).

Algunas razones por las que se justifica el uso de mezclas forrajeras en lugar de cultivos puros, serían su mayor producción y uniformidad estacional de la misma, menor variabilidad interanual, ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, 2005). Por otra parte, la ventaja de la mezcla frente a la especie pura no necesariamente implica que las especies rindan más dentro de la mezcla, sino que las mezclas hacen una utilización más eficiente de los recursos (Fariña y Saravia, 2010).

Las pasturas formadas por gramíneas puras sin fertilización nitrogenada suelen tener serios problemas luego del primer año, pero con la inclusión de una leguminosa asociada puede aumentar considerablemente la producción de forraje de la mezcla, como es la inclusión del trébol blanco en una pastura de festuca (Scheneiter y Pagano, 1998).

Las leguminosas aportan nitrógeno a las plantas y al suelo, además son de alto valor nutritivo mejorando el consumo animal. Por otro lado se debe mencionar la capacidad de ésta familia de promover pasturas longevas. La adición de leguminosas a gramíneas incrementa la calidad del forraje y reemplaza la cantidad de fertilización nitrogenada necesaria (Breazu et al., 2006).

Haciendo referencia a la inclusión de lotus y trébol blanco asociados en una mezcla, Carámbula (2007) sostiene que se trata de una mezcla de gran adaptación a diferentes condiciones de suelo, clima y manejos del pastoreo, por lo que generalmente presenta buen comportamiento y versatilidad. Por otro lado, Carámbula (2010) expresa que, al tratarse de dos especies de distinto género, presentan distintas susceptibilidades a plagas y enfermedades, por lo tanto la población mezcla de estos individuos actúa de barrera natural de defensa, otra ventaja es que la presencia de lotus reduce las posibilidades de que ocurran problemas de meteorismo en el ganado.

Con respecto a la mezcla forrajera de festuca, trébol blanco y lotus, en un ensayo que tenía como objetivo evaluar la producción de forraje y composición botánica invierno-primaveral, en donde el primer pastoreo fue el 11 de junio y el último finalizó el 15 de noviembre, se llegó a conocer que la mayor disponibilidad de forraje de esta mezcla fue entregada en la estación invernal, esto se debió a la acumulación de forraje previo al inicio del pastoreo durante el mes de mayo y al efecto de la fertilización en el mismo momento, con un promedio de 2700 kg MS/ha. Dicha acumulación de forraje en conjunto con un menor tamaño de los animales que ingresaron al experimento en relación a primavera, determinaron una mayor disponibilidad de forraje (Cairús y Regusci, 2013).

La tasa de crecimiento de la pastura para la mezcla festuca, trébol blanco y lotus, tomó valores más altos en invierno (43 kg. MS/ha/día) que en primavera (35 kg.MS/ha/día), durante invierno se generaron abundantes lluvias y altas temperaturas a fines de agosto, acompañadas por una fertilización nitrogenada en el mes de junio. La menor tasa de crecimiento en primavera lo justificaron por un mayor tamaño de los animales, por lo tanto un mayor consumo, dejando un menor remanente, lo que evitó la acumulación de forraje y disminuyó el pasaje a estado reproductivo (Cairús y Regusci, 2013).

En lo que refiere a producción de forraje para el período invierno primavera en una mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, Cairús y Regusci (2013) llegaron al valor de 6800 kg MS/ha.

García Pintos y Orticochea (2015), en un ensayo evaluando la mezcla forrajera festuca, trébol blanco y lotus en el período invierno-primavera, encontraron valores de materia seca disponible de 2200 kg. MS/ha en promedio para el período evaluado, en un período comprendido entre el 24 de junio y 12 de noviembre. Los mayores valores de materia seca media disponible se registraron en primavera y los menores en invierno, 3500 versus 1000 kg.MS/ha. Las tasas de crecimiento variaron según la estación en la cual se

pastoreaba, siendo mínima en invierno entorno de 10 kg. MS/ha/día, en la transición de invierno-primavera fue de 74,5 kg. MS/ha/día y en primavera de 69 kg MS/ha/día. La producción de forraje para el período fue de en torno a 7000 kg. MS/ha.

Esos datos de materia seca disponible son inversos a los presentados por Cairús y Regusci (2013) en párrafos anteriores, en donde la máxima disponibilidad se expresó en invierno dado por un efecto de fertilización y acumulación de forraje previo.

En relación a la mezcla que presenta alfalfa como uno de sus componentes, se puede decir que la asociación de alfalfa con gramíneas invernales, probablemente no produzca un incremento en la producción total de forraje, pero es una alternativa que permite mejorar la curva de oferta forrajera invernal respecto al cultivo puro (Otondo et al., 2008).

Otra ventaja de su utilización en mezclas con gramíneas se produce una vez que la capacidad de fijación de nitrógeno suplementa el nitrógeno necesario del sistema (Dall'Agnol y Meredith Scheffer Basso, citados por Molinelli et al., 2014).

Cuando alfalfa aparece asociada a gramíneas perennes en pasturas mezclas se mejora la estructura de los suelos. Esto se debe a que las raíces en cabellera de las gramíneas se ven favorecidas en su desarrollo por el nitrógeno aportado por la leguminosa, se produce un fuerte anclaje de las partículas del suelo fijándolas y se evita su disgregación reduciendo el riesgo potencial de erosión (Viglizzo, 1995).

Maciel y Tucci (2015), en un trabajo que tenía como objetivo evaluar la implantación general, producción de forraje total y estacional de mezclas forrajeras en su primer año de vida en el período invierno primaveral, encontraron que la mezcla forrajera que tenía como componentes *Dactylis glomerata* y alfalfa presentó una disponibilidad promedio de forraje de 1872 kg. MS/ha, el hecho de que esta mezcla presente sólo a *Dactylis glomerata* como especie de producción invernal podría estar explicando una moderada disponibilidad de forraje promedio para el período evaluado. Esa mezcla presentó una tasa de crecimiento promedio de 23 kg. MS/ha/día para el período. En tanto que la producción de forraje total fue de 3883 kg. MS/ha.

Formoso (2000) sostiene que la igualdad en producción de forraje total entre la alfalfa pura y en mezclas con gramíneas perennes ocurre generalmente en los primeros dos a tres años de la pastura, pero en determinadas situaciones, del cuarto año en adelante, la superioridad de las mezclas puede alcanzar registros de 10 a 40%. Eso puede deberse a que la presencia de

malezas en las mezclas de alfalfa con una gramínea perenne es sustancialmente inferior a los que presentan los cultivos puros de la leguminosa.

La inclusión de mezclas en base a alfalfa en la cadena forrajera de los sistemas de internada aporta una alta producción de forraje de calidad en verano, época del año donde la mayoría de las forrajeras templadas disminuyen sus tasas de crecimiento y/o pierden calidad permitiendo una terminación eficiente de los animales a campo con buenas ganancias de peso (Otondo et al., 2008).

En lo que se relaciona a bromus, Ayala et al. (2010), sostienen que la producción de forraje anual de INIA Tabobá, que es el cultivar con mejor comportamiento, se sitúa en torno a 6000-7000 kg. MS/ha. Con respecto a la producción estacional la misma toma valores de 4500 kg. MS/ha en otoño, 1700 kg. MS/ha en invierno, y con un pico primaveral entorno a los 5000 kg. MS/ha.

2.4 PARTICULARIDADES DE LA SITUACIÓN HÍDRICA NACIONAL Y NECESIDAD CRECIENTE DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Si bien en promedio las precipitaciones se distribuyen regularmente durante el año, ellas se caracterizan por grandes variaciones interanuales. El déficit hídrico se manifiesta generalmente a partir de noviembre y se prolonga hasta febrero. Además, la acentuada variabilidad en las precipitaciones durante el verano genera un problema mayor en la producción ganadera, ya que la imprevisibilidad de los fenómenos genera incertidumbre sobre cómo actuar en consecuencia. Una alternativa tecnológica para aumentar y estabilizar la oferta forrajera es la inclusión del riego en pasturas y forrajes, mediante riegos estratégicos con el objetivo de maximizar productividades en forrajes especializados en producción de materia seca estival o con el fin de lograr el aumento de la persistencia de pasturas (Boggiano et al., 2012).

La alta variabilidad interanual del clima determina que en términos generales las precipitaciones que ocurren en el período estival no satisfacen la demanda atmosférica en el promedio de los años. Así la demanda atmosférica tiene una marcada estacionalidad, con valores mayores durante la época estival. En cambio, la ocurrencia de precipitaciones tiene un comportamiento caracterizado por una muy alta variabilidad a lo largo del año. Esto resulta en un déficit hídrico negativo durante los meses de verano y con alta frecuencia en los meses de primavera (Sawchik, 2012).

En los últimos años se ha observado una tendencia creciente en cuanto a la incorporación de riego, en sus distintos métodos de realización, en los sistemas de producción con base forrajera.

Según García Petillo (2012), el Uruguay se encuentra en un momento de inflexión en lo que respecta a la inclusión del riego en los cultivos forrajeros. En efecto, en los últimos años el crecimiento de esta práctica en sistemas de producción que anteriormente se hacían en secano, ha sido exponencial. El incremento del precio de la tierra, de los insumos y de los productos agropecuarios han sido determinantes para hacer rentable la inclusión del riego en los sistemas de producción agrícolas, lecheros y agrícola-ganaderos intensivos.

Una de las grandes problemáticas en el Uruguay a nivel de forrajeras es la escasa persistencia de las leguminosas. El trébol blanco (*Trifolium repens*), se comporta como una especie de vida corta, presenta un pico de producción en el segundo año y cuatro años con producciones sustancialmente bajas. Los principales factores involucrados en su baja persistencia son principalmente de origen climático (altas temperaturas estivales asociadas a déficit hídricos superficiales) provocados principalmente por lo errático de las lluvias (Bourdin et al., 2015).

Los estudios de Archer y Robinson en Australia en situaciones de clima templado con lluvias de verano, encontraron resiembra exitosa de trébol blanco en un año de cada cinco, esto se asocia con la desaparición del stand de plantas durante el verano (Arana et al., 2000).

2.4.1 Consideraciones con respecto al riego en sí

Con las limitantes impuestas por el ambiente en el que corrientemente se trabaja, habría que tener en cuenta el valor adicional en términos de seguridad, oportunidad y calidad del forraje obtenido. La interacción con el clima es muy importante tanto por la respuesta física como por la económica.

Regar bien es darles a las plantas la cantidad de agua necesaria en el momento oportuno, es decir, antes que el contenido hídrico del suelo les genere un estrés que disminuya su rendimiento. Pero esta cantidad adecuada de agua debe aplicarse de forma uniforme en toda la parcela. Cuanto más desuniforme sea la aplicación, mayor será el volumen de agua aplicado para que toda la parcela quede bien regada. La cantidad de agua a aplicar o lámina depende, en principio, de los parámetros hídricos del suelo. A los efectos del riego no se

considera la totalidad del perfil de suelo, sino que éste queda limitado a la profundidad radicular. Esta profundidad no debe tener en cuenta algunas raíces que profundizan más que el resto, sino hasta dónde se encuentra la masa radicular absorbente (García Petillo, 2012).

El uso del agua para riego de pasturas debe considerarse como un recurso escaso y siendo una tecnología de alto costo, deberían regarse especies que presenten una alta eficiencia en el uso del agua para la producción de forraje, de forma de reducir el área a regar sin sobredimensionar los equipos y los costos (Boggiano et al., 2014).

2.5 ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN NACIONAL EN RIEGO SUPLEMENTARIO EN PASTURAS

2.5.1 Experimento instalado en INIA La Estanzuela

En el año 1998 en INIA La Estanzuela, se instaló un experimento con cuatro especies: festuca cv. Tacuabé, trébol rojo cv. INIA Mizar, lotus cv. INIA Draco y alfalfa cv. Crioula, para evaluar su respuesta en producción de forraje al riego y su capacidad comparativa de exploración radicular en profundidad, con un umbral de riego prefijado de 30 - 40 % de agua disponible, tratando de reponer el agua hasta un 80-90 % del agua disponible, de forma de evitar excesos en el caso de que ocurrieran precipitaciones. En el año de instalación de las pasturas no se encontraron respuestas significativas al riego en producción de forraje para ningún corte en trébol rojo, alfalfa y lotus. Las deficiencias hídricas para este año ocurrieron básicamente durante la primavera. La única especie que manifestó respuesta al riego fue festuca, en los cortes de primavera (Formoso y Sawchik, 2000a).

El año 1999/2000 que representaba el segundo año de edad de la pastura fue uno de los más secos de la serie histórica climática en La Estanzuela. Ese año puede considerarse cercano a la máxima demanda de agua de riego para una pastura (Formoso y Sawchik, 2000a).

En el cuadro a continuación se presenta la producción de forraje acumulada para la primavera – verano, de esa estación de crecimiento, para tres especies en su segundo año de vida.

Cuadro No. 1. Producción de forraje acumulada para la primavera -verano, para tres especies en su segundo año de vida

	alfalfa		trébol rojo		lotus	
	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego
tt.MS/ha	8,5	14,2	1,8	6,4	4,4	5,8
R.relativo testigo Base 100	100	167	100	355	100	131
Kg.MS/mm regado promedio		16,9		13,6		4,2

El año previamente mencionado, fue un año particular en cuanto a situación hídrica, siendo este muy seco, lo cual se traduce en mayores respuestas al riego en producción de forraje. Aquellas especies como trébol rojo y festuca (datos no presentados) al menos triplicaron los rendimientos de forraje en el período evaluado. En cambio el lotus debido a su raíz pivotante logra persistir aun en condiciones muy secas, salvo condiciones de sequía severa, la consideración de esta especie en sistemas bajo riego sería totalmente marginal. En el caso de alfalfa, a pesar de su muy buena capacidad de explorar agua en profundidad, sus altas tasas de crecimiento en verano determinan un mayor consumo de agua que el resto de las especies estudiadas, por lo que el riego potenció su capacidad para producir forraje (Formoso y Sawchik, 2000a).

El trébol rojo en el primer año es donde presenta mayores tasas de crecimiento y un menor desarrollo radicular, por lo que los mayores rendimientos con inclusión de riego pueden obtenerse en este período. En el caso de alfalfa, además de enfatizar su buena producción en condiciones de secano, existe la posibilidad por su ciclo más estival de potenciar la producción de forraje con el riego. En esa especie y dada su flexibilidad, es posible dimensionar áreas más grandes en sistemas bajo riego debido a su buena resistencia al estrés hídrico. Finalmente, cabe recordar que la persistencia de trébol rojo y alfalfa pueden verse seriamente afectadas por enfermedades en aquellos sistemas que apliquen láminas de riego brutas altas y mantengan condiciones de alta disponibilidad de agua durante el verano (Formoso y Sawchik, 2000a).

2.5.2 Ensayo instalado en la estación experimental Mario Cassinoni

Paralelamente en la estación experimental “Mario Cassinoni” de UdelaR. Facultad de Agronomía, en el año 2010 se instaló un experimento, a los efectos de evaluar la respuesta al agregado de agua de tres especies estivales, *Pennisetum purpureum* cultivar Mott, *Paspalum notatum* cultivar Pensacola, *Paspalum dilatatum* y una templada *Festuca arundinacea* cultivar Tacuabé. Los tratamientos de riego fueron T0= seco; T1= 50% de ETo y T2= 100% ETo. El método de riego utilizado fue de aspersión fija. Los factores nivel de riego y especie presentaron efectos significativos, sobre la producción de láminas, no detectándose efectos de la interacción. *Pennisetum* presentó la mayor producción acumulada, siendo significativamente ($P < 0,005$) mayor al resto de las especies, mientras que *Festuca* presentó los menores rendimientos. Las especies del género *Paspalum* fueron intermedias (Boggiano et al., 2012).

2.5.3 Experimento instalado en la unidad experimental de INIA Glencoe y otros

En la unidad experimental INIA Glencoe también se han realizado investigaciones evaluando el comportamiento de diferentes alternativas forrajeras con riego. Para trébol rojo, cultivar Estanzuela 116, se determinaron respuestas en producción de forraje de 17 kg. MS/ha/mm (Pérez Gomar, citado por Boggiano et al., 2012).

Según Formoso y Sawchik (2000a), en términos de eficiencia, trébol rojo presenta los valores más altos (13,3 kg. MS/ha/mm aplicado), coincidente con el valor de 13,6 kg. MS/ ha/mm aplicado para trébol rojo de segundo año.

En el tema del riego, el retorno económico no viene solo por el rendimiento productivo en una estación en particular, sino también en lo que hace a la persistencia de una pastura que determinará cuanto tiempo esta va a estar produciendo alimento. Los principales resultados en un ensayo que tenía como objetivo estudiar los efectos del déficit hídrico superficial del suelo sobre producción de forraje de trébol blanco, muestran que a partir del segundo año de vida, los tratamientos bajo riego lograron recuperar el mismo número de estolones cada año, mientras que en los tratamientos bajo seco disminuyeron gradualmente afectando la persistencia de la especie. Esto significaría que, año tras año, los riegos aplicados restablecen la capacidad de la pastura de producir forraje y hacen posible su persistencia productiva. Como resultado, los

tratamientos bajo riego produjeron significativamente más forraje durante los cuatro años de duración de la pastura, y estas diferencias se hicieron más notorias a partir del segundo año (Arana et al., 2000).

Con respecto a festuca, existen evidencias que indican que es una especie que responde bien al riego suplementario, según Formoso (2010), festucas irrigadas aumentaron su producción desde 1000 kg. MS/ha (secano) a 3.000 kg. MS/ha (con riego). La festuca es una especie que crece poco en el verano, en este sentido el riego lo que promueve es que esta no se quede tanto y las demás especies no se sobrepongan demasiado sobre ella, así en el otoño siguiente la festuca expresará un mayor potencial.

Formoso (2010), ha presentado la respuesta al riego en festuca con niveles crecientes de nitrógeno.

Cuadro No. 2. Respuesta al riego en festuca con niveles crecientes de nitrógeno

Períodos de riego	Secano		Riego	
	0 N	45 N	0 N	45 N
	Forraje (kg. MS/ha)			
27/12 a 7/2	1360	1710	1680	2740
1/2 a 5/3	920	1630	1030	1800
21/11 a 7/3	400	450	3440	5810
4/4 a 12/6	540	640	970	1780
Medias	805	1107	1780	3032

Como se puede apreciar en el cuadro No. 2 presentado y como se ha mencionado anteriormente, festuca es otra especie que se adapta y responde muy bien cuando se la expone a riegos suplementarios.

Esa respuesta se puede potenciar aún más con un agregado de nitrógeno, que por su condición de gramínea, ese nutriente puede ser limitante muchas veces, por lo que su aporte tiene un efecto notorio en la performance. Para mejorar la productividad el manejo debe ser integrado, contemplando todos los factores que regulan el comportamiento productivo.

Un aspecto a destacar según Formoso (2010), para ese ensayo, es que en los períodos posteriores a los riegos, el 16 % de los cultivos en secano

rindieron un 18% más ($P \leq 0.05$) forraje que los regados, la explicación radica en que el riego promueve además la infestación de malezas estivales, gramíneas y latifoliadas.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía de Salto (EEFAS), ubicada sobre la ruta 31 a 21 km de la ciudad de Salto, en el potrero número 25.

3.1.2 Descripción del área experimental

El área experimental está sobre la unidad de suelos Itapebí-Tres Árboles, según Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976, escala 1: 1.000.000).

Según la Carta de reconocimiento de suelos consultada en el párrafo anterior, los suelos dominantes de esa unidad son Brunosoles eutrícos típicos y Vertisoles háplicos, como suelos asociados se pueden encontrar Litosoles eutrícos melánicos. La calicata realizada por Blanco (2008) en el área experimental, indicó que el suelo se trata de un Brunosol eutríco, suelo de buena profundidad para la actividad agrícola, el color es de pardo a pardo muy oscuro llegando a pardo amarillento en el horizonte C, de textura pesada a muy pesada con diferenciación textural media. En los horizontes más profundos comienzan a aparecer concreciones de CaCO_3 y también se pueden ver películas de arcilla (Blanco, 2008).

3.1.3 Antecedentes del área experimental

Según Palacio (2015), quien evaluó la implantación de las especies en este experimento, previo a la instalación de las praderas en evaluación el área estaba ocupada por trigo. Una vez finalizado su ciclo, el área quedó en barbecho, con rastrojo en superficie hasta la siembra del experimento (la siembra se realizó entre el 25 y el 28 de marzo). Esta se realizó con laboreo convencional, fertilizándose a la siembra con 250 kg/ha de fertilizante 0-40-0.

Un día previo a la siembra se aplicó flumetsulan (Preside 500cc/100 l de agua) como herbicida preemergente para malezas de hoja ancha. La implantación promedio de las mezclas evaluadas se ubicó en 35%. Por más que se sembró dentro de la fecha óptima, con buen control del enmalezamiento, buena calidad de semillas y en un marco de temperaturas adecuadas y con agua disponible a capacidad de campo. El factor que puede haber incidido negativamente fue el exceso y la fuerte intensidad de lluvias en abril que provocó un fuerte arrastre de semillas hacia las zonas más bajas. Debido a las abundantes precipitaciones durante el período del experimento el efecto riego en la implantación no fue significativo para ninguna mezcla ni familia (Palacio, 2015).

3.1.4 Descripción de las mezclas evaluadas

Las mezclas presentaron un componente gramínea perenne junto a una o dos leguminosas, fueron las siguientes.

Bromus auleticus, cultivar INIA Tabobá + *Lotus corniculatus*, cultivar San Gabriel (BRL0T) (20-8).

Dactylis glomerata, cultivar Perseo + *Medicago sativa*, cultivar Chaná (DALF) (8,9-10,2).

Festuca arundinacea, cultivar Aurora + *Trifolium repens*, cultivar Zapicán+ *Lotus corniculatus*, cultivar San Gabriel (FBL0T) (12,5-3-8).

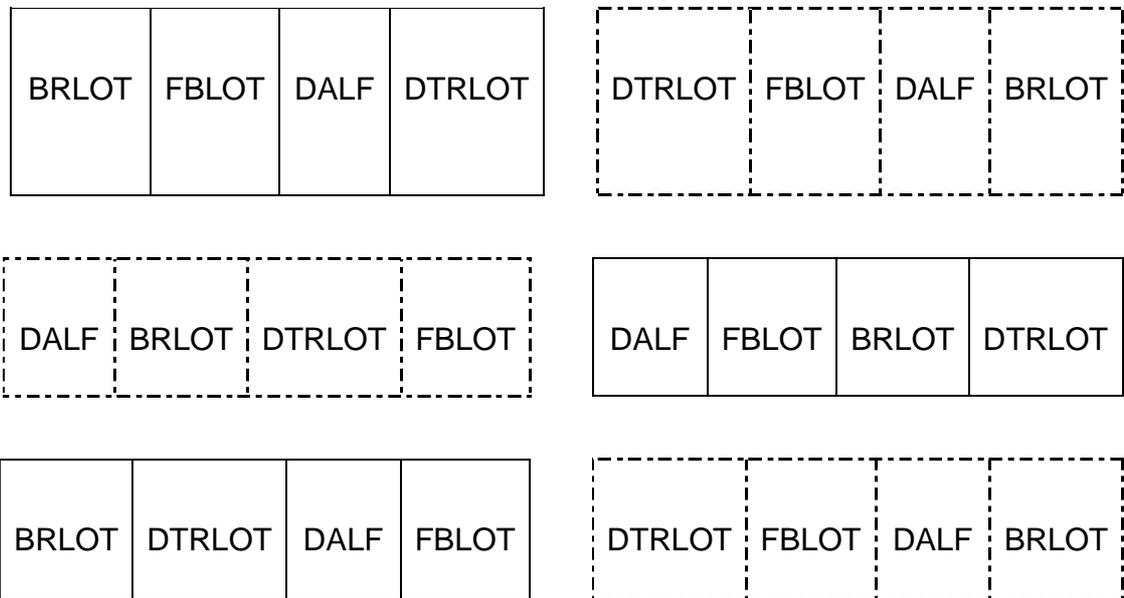
Dactylis glomerata, cultivar Perseo + *Trifolium pratense*, cultivar Estanzuela 116 + *Lotus corniculatus*, cultivar San Gabriel (DTRL0T) (8,9-6-8).

Los números que se encuentran entre paréntesis al costado de cada mezcla, hacen referencia a las densidades de siembra en kg./ha utilizadas.

3.1.5 Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques completos al azar en parcelas divididas, donde la parcela mayor correspondió al factor agua (con y sin riego) y la parcela menor al factor mezcla forrajera.

El área de cada parcela menor fue de 11 x 25m² (0,0245ha) por lo que el área experimental (24 parcelas) fue de 0,66 ha. Agregando los caminos el área total abarcó 1,089 ha.



Referencias



Figura No. 1. Croquis del experimento con sus bloques y tratamientos

3.1.6 Metodología experimental

El período evaluado corresponde a invierno-primavera-verano, 264 días a partir del 27/5/15 hasta 15/2/16. Se distinguieron cuatro períodos en función de los pastoreos realizados, ya que es cuando se cuantificaron las variables. El primero de ellos comprende el lapso de días entre 27/5 y 18/9 definido con el nombre de invierno, el segundo período comprende los días ubicados entre 19/9 y 9/11 denominado como primavera 1, el tercer período comprende los días entre 10/11 y 16/12 definido con el nombre primavera 2, el último período comprendió los días ubicados entre 17/12 y 15/2/16, al cual se lo denominó como verano.

Previo y posterior a cada pastoreo se cuantificó, en cada unidad experimental, la cantidad de forraje presente en ese momento, mediante el corte con una rotativa con bolsa recolectora (marca Honda) de un área de 5,83 m² a una altura de cinco centímetros. El forraje cosechado se pesaba y se extraía una submuestra de 50 gramos que se colocaba en estufa a menos de 60 °C hasta peso constante. Se optó por esa submuestra pues no se pudo poner el total de la muestra (son varios kg. y no se contaba con bolsa de papel o estufa que contara con esa capacidad para todas las muestras, además el secado llevaría mucho tiempo). Con dicha submuestra se obtenía la proporción de materia seca de cada unidad experimental. Así se obtenía la cantidad de biomasa aérea presente por encima de los 5 centímetros, en base seca por unidad de área. Se denominó disponible a las estimaciones del peso seco total de biomasa presente previo a los pastoreos, por unidad de superficie y remanente a la cantidad de forraje presente posterior al mismo.

Se estimó la cantidad de forraje consumido en cada pastoreo por diferencia entre forraje disponible y remanente. En el mes de febrero no se midió forraje remanente, por lo que no se pudo estimar el forraje consumido.

El forraje producido entre pastoreos se estimó por diferencia entre el forraje disponible actual y el forraje remanente del pastoreo anterior. El crecimiento del forraje durante los pastoreos se estimó como promedio del crecimiento anterior y posterior a dicho pastoreo.

La producción total se obtuvo sumando todas estas producciones, el período de acumulación fue del 27 de mayo al 12 de febrero (261 días).

También en cada unidad experimental previo y posterior a cada pastoreo se estimó la contribución en base seca de cada componente de la

mezcla. Esto se realizó a través del corte de cuadros de 0,3 x 0,3 metros con tijera de aro. Se separó manualmente cada una de las especies sembradas y

las malezas. Estas últimas se agruparon en dos categorías: otras gramíneas (espontáneas) y malezas (de hoja ancha). Se pesó cada componente y se colocó en estufa hasta peso constante, para obtener su contenido de materia seca y su contribución relativa al total de forraje presente (proporción de cada componente en base seca). Con la estimación de lo producido entre pastoreos mediante los cortes de 5,83 m², y la contribución porcentual de cada componente, se pudo estimar la producción de la gramínea sembrada de cada mezcla, la de las leguminosas y la de las malezas presentes.

El tiempo entre pastoreos fue variable, dado que los mismos se realizan en diferentes períodos del año, variando la velocidad de recuperación de las pasturas. La decisión de cuando pastorear se realizó en función de la altura promedio de todas las pasturas. Para poder analizar la información estadísticamente por período, se debió pastorear simultáneamente todas las parcelas, aunque no estuviesen todas con suficiente biomasa para ser pastoreadas. En promedio tenían 27 centímetros al ingresar los animales y estos salían dejando un remanente de 10 centímetros. Previo y posterior a cada pastoreo se midió con una regla la altura promedio de la pastura en cada unidad experimental. Se realizaron cuatro pastoreos, iniciados el 14/9/15, 4/11/15, 11/12/15 y 12/2/16.

Los animales utilizados fueron vacas en ordeño de la raza Holando, y en algunos casos vacas de cría.

Se instaló en el ensayo sensores para medir el contenido volumétrico de agua en el suelo, pudiendo detectar así cuando la humedad del suelo alcanza valores entorno al punto de marchitez permanente (PMP), así como también valores indicando situación de capacidad de campo (CC).

El sistema de riego utilizado fue por aspersión. Se midió el contenido de agua en el suelo volumétricamente a través de un FDR (Frequency Domain Reflectometry, Decagon 10HS, USA). Ese es un dispositivo que contiene un sensor que mide el tiempo y la frecuencia que tarda los impulsos eléctricos en recorrer varillas metálicas y posee un emisor receptor de impulsos eléctricos según la humedad. Se usaron cuatro sensores, dos en el seco a dos profundidades (0-10 centímetros y 20-30 centímetros) y los otros dos en el de riego a las mismas profundidades.



Foto No. 1. Foto correspondiente al primer riego efectuado día 23/1/16

El equipo de riego utilizado presentó un aspersor Aqua aq22, con boquilla de 4 milímetros, arrojando un caudal de 910 l/hora, correspondiendo a una lámina de agua aplicada de 4 milímetros/hora de riego.

El primer riego se efectuó el día 23/1/16 a una presión de 2,5 bar, se regó durante 6 horas, lo que corresponde a 24 milímetros de lámina de agua aplicada, en las primeras horas de la mañana cuando la temperatura y la pérdida de humedad por evaporación son menores.

El segundo riego fue el día 27/1/16 durante 4 horas, también en el mismo horario de la mañana, la lámina de agua aplicada en esa jornada de riego fue de 16 milímetros.

El tercer riego fue llevado a cabo el día 2/2/16. Dado que la jornada de riego fue similar a la inmediata anterior, la lámina de agua aplicada también fue de 16 milímetros.

3.2 CONDICIONES AMBIENTALES EN EL PERÍODO EVALUADO

3.2.1 Temperatura y precipitación

Según Cooper y Taiton, citados por Aguirre et al. (2013), para especies templadas las temperaturas óptimas de crecimiento oscilan entre 20 y 25° C, afirman que a pesar de que el crecimiento disminuye con temperaturas por debajo de los 10° C, con temperaturas de 5° C todavía se registran crecimientos.

Uruguay está ubicado geográficamente en una región que es afectada por masas de aire de distinto origen. Esa situación lo expone a cambios bruscos en el estado del tiempo, con registros de temperatura y lluvias sensiblemente alejados al promedio y la importancia de estos parámetros excede a todos los demás factores que afecten el comportamiento de la vegetación (Van Soest, 1994).

El estrés ambiental puede ser causado por varios motivos, pero los de mayor incidencia, y en orden de importancia son: la temperatura, el déficit hídrico, la radiación solar, la deficiencia de nutrientes y las enfermedades (Van Soest, 1994).

A continuación se describen las condiciones climáticas registradas en la estación meteorológica de EEFA, durante el período del experimento, para una serie de 9 años, dada la gran variabilidad en cuanto a condiciones ambientales entre años, cuánto mayor es la serie de años tomada como referencia, más preciso será el análisis que se podrá realizar.

Cabe aclarar que para los siguientes gráficos presentados a continuación, los valores ubicados en el eje "y" hacen referencia a días con precipitación y a grados centígrados de temperatura media y máxima media para un mes en particular, los datos ubicados en el eje secundario "y" están expresados en milímetros de precipitación acumulada mensual, y los valores ubicados en el eje "x" están expresados en años.

3.2.1.1 Condiciones ambientales correspondientes a mayo

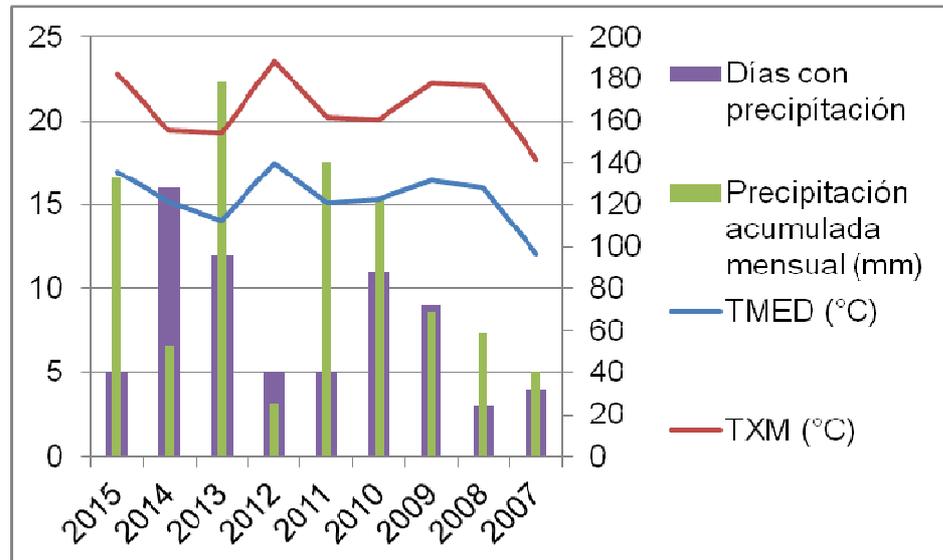


Figura No. 2. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de mayo en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

La temperatura máxima media para el mes de mayo fue de 22,8 °C, siendo esta una de las mayores registradas en los últimos 9 años para este mes en esta localidad, quedando por debajo únicamente para el año 2012, en donde esa variable para este mes alcanzó los 23,6 °C. El mismo comportamiento presentó la temperatura media para el mes de mayo.

Con respecto a las precipitaciones, en relación al inmediato año anterior, se observa que aumentaron en términos de precipitación acumulada, y los días con precipitación disminuyeron, por lo que es posible visualizar que las lluvias fueron más concentradas en el año estudiado para el mes de mayo.

3.2.1.2 Condiciones ambientales correspondientes a junio

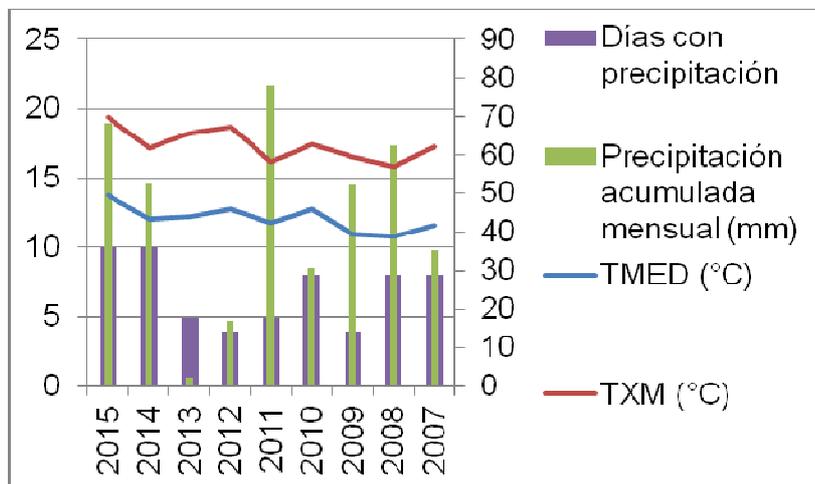


Figura No. 3. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de junio en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

3.2.1.3 Condiciones ambientales correspondientes a julio

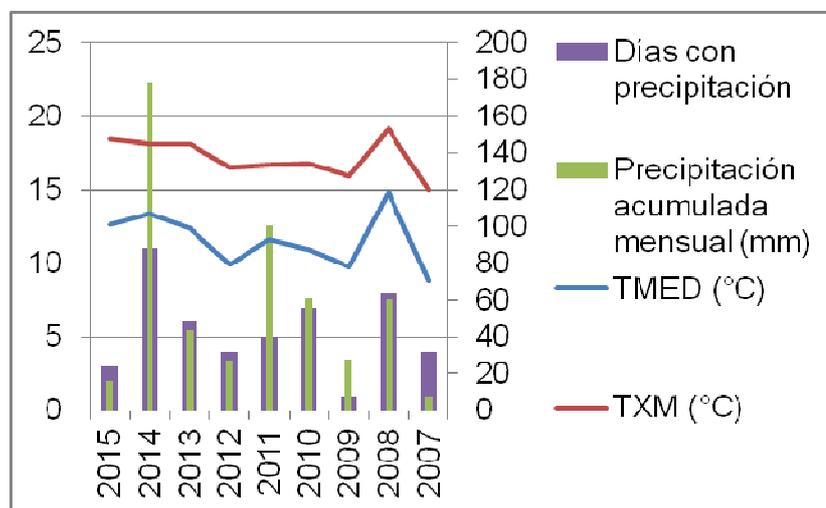


Figura No. 4. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de julio en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

3.2.1.4 Condiciones ambientales correspondientes a agosto

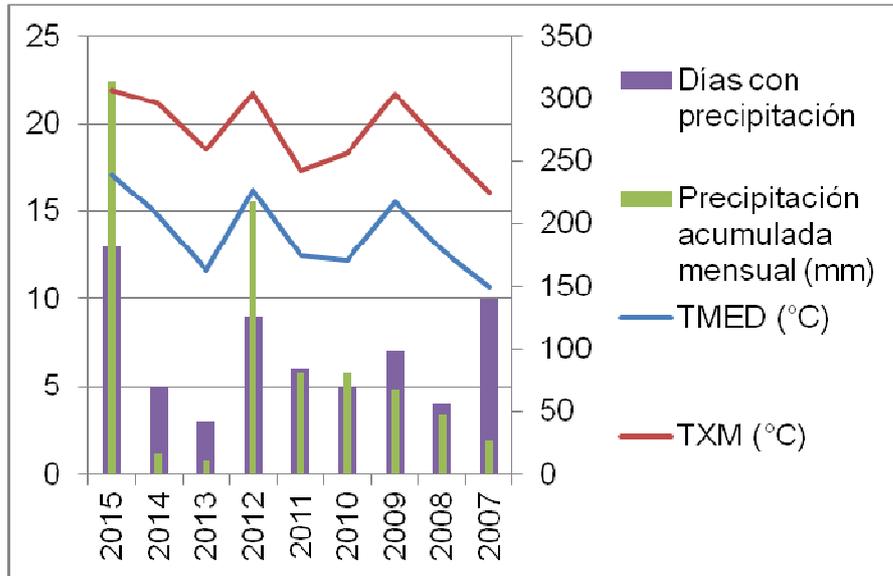


Figura No. 5. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de agosto en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

Con relación al período definido como invierno, se pudo observar en las figuras anteriores que al inicio de esta estación (junio) la temperatura media y máxima media alcanzaron los valores más altos para la serie de años presentada, más entrado el invierno (julio) la temperatura máxima media fue de 18 °C, se mantiene relativamente estable para la serie de años manejada, con la salvedad del año 2008 en donde la temperatura máxima media registró valores de 19,1 °C. El mismo comportamiento ocurrió con la temperatura media para ese mes. Con respecto a las precipitaciones se pudo observar la gran variación entre años, característica de las condiciones climáticas del Uruguay. Para el año de estudio se observó que en el mes de julio llovió menos con respecto al inmediato año anterior, ya sea en términos de precipitación acumulada como en días con precipitación, al final de la estación en lo que refiere a días con precipitación y precipitación acumulada mensual (mm), los valores fueron máximos para el año de 2015, año del inicio del experimento, por lo que el mes de agosto fue considerado un mes lluvioso en relación a la serie de años observada.

3.2.1.5 Condiciones ambientales correspondientes a setiembre

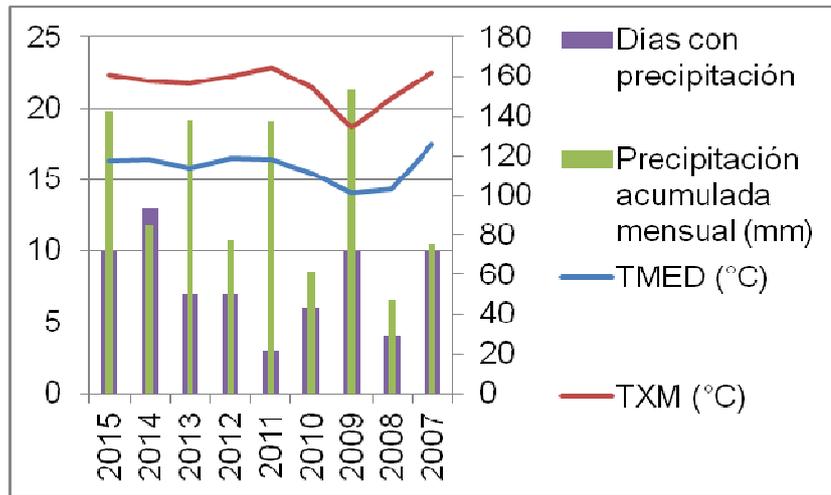


Figura No. 6. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de setiembre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

3.2.1.6 Condiciones ambientales correspondientes a octubre

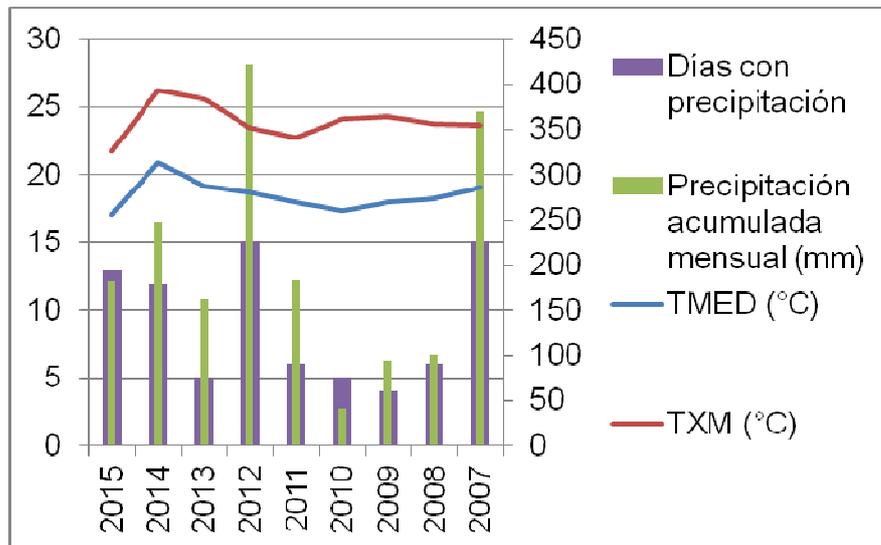


Figura No. 7. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de octubre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

3.2.1.7 Condiciones ambientales correspondientes a noviembre

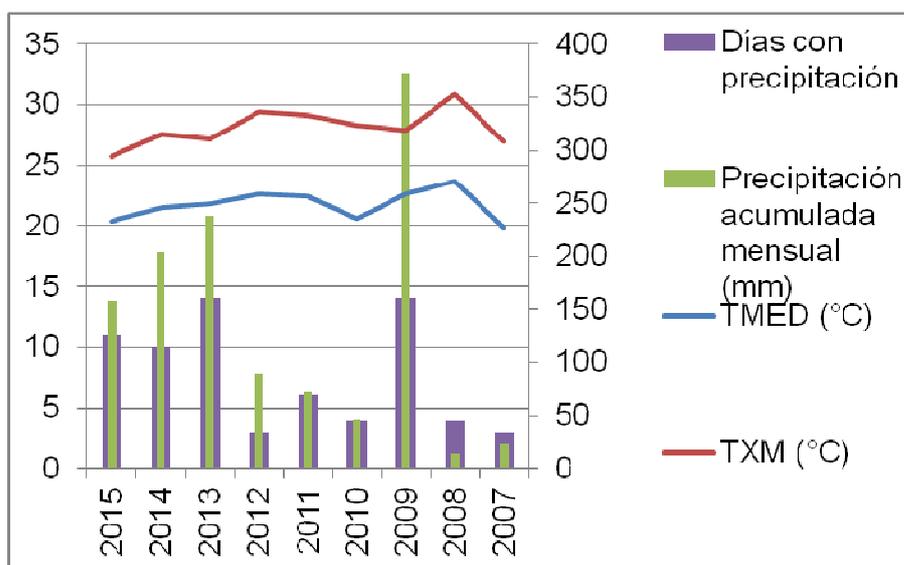


Figura No. 8. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de noviembre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

Como se expresó en párrafos anteriores, en el período definido como primavera 1 (prim. 1), la temperatura media mensual y la temperatura máxima media fueron las mayores registradas en los últimos cinco años, siendo también muy lluvioso, en donde se observó un incremento en el número de días con precipitación.

Con respecto a la temperatura de la segunda mitad de la primavera (prim. 2), se observó una leve y gradual disminución con respecto a años anteriores. En términos de precipitación acumulada mensual, para el mes de noviembre, disminuyeron en los últimos tres años, sin embargo los días con precipitación comparando con el inmediato año previo al inicio del ensayo aumentaron. En el período definido como verano, también estuvieron muy presentes las lluvias, para el mes de diciembre se registró el mayor número de días con precipitación en el mes, para los últimos cinco años. Con esos registros quedó clara la magnitud de las precipitaciones en el período evaluado.

3.2.1.8 Condiciones ambientales correspondientes a diciembre

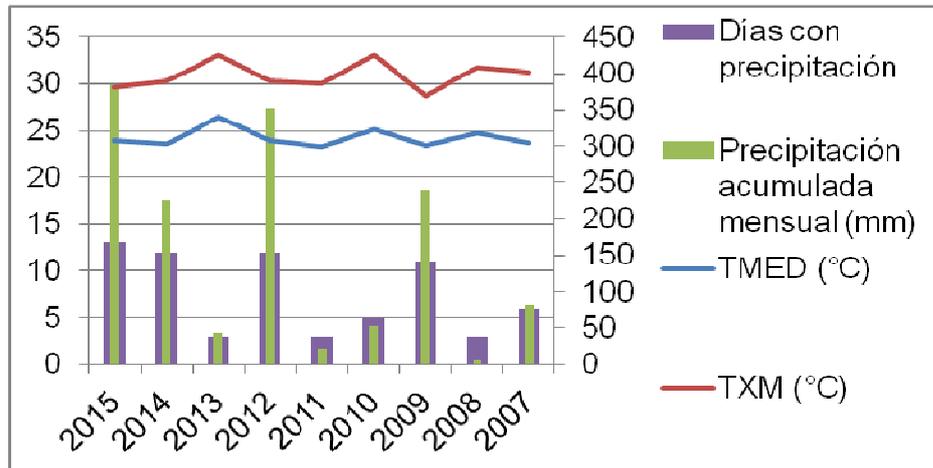


Figura No. 9. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de diciembre en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

3.2.1.9 Condiciones ambientales correspondientes a enero

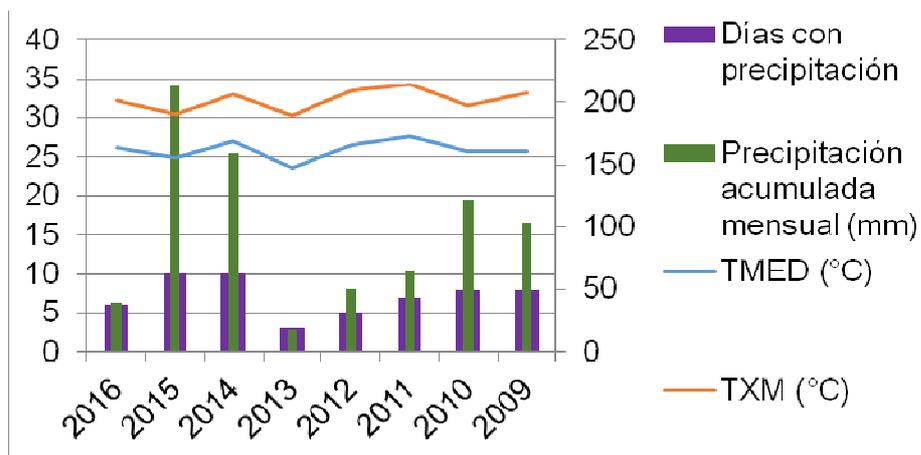


Figura No. 10. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de enero en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

3.2.1.10 Condiciones ambientales correspondientes a febrero

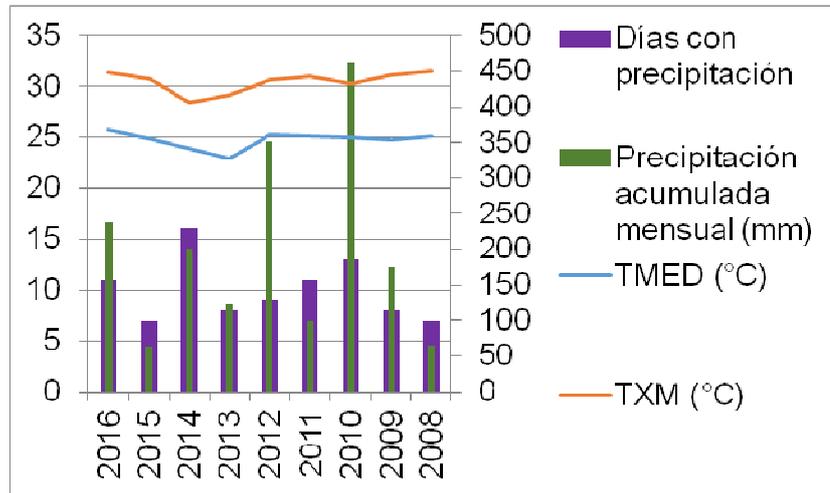


Figura No. 11. Temperatura media, máxima media, precipitación acumulada mensual y días con precipitación para el mes de febrero en una serie de 9 años de la estación experimental de Facultad de Agronomía Salto

En lo que refiere al período definido como verano, al inicio del mismo (diciembre) como consecuencia de un año Niño, también estuvieron muy presentes las lluvias, registrándose el mayor número de días con precipitación en el mes, para los últimos cinco años. Lo cual trae aparejado una disminución en la temperatura media para este mes, dada mayor nubosidad y menor radiación incidente. A su vez, se registró el dato de mayor precipitación acumulada mensual de los últimos cinco años para diciembre de ese período, confirmando la frecuencia de lluvias particulares de ese año. Con respecto a las condiciones ambientales de los meses de enero y febrero, se mantuvieron en condiciones similares a los registros de los últimos 9 años, los registros en cuanto a temperatura máxima alcanzaron los valores de 32,3 y 31,4 °C para enero y febrero de 2016 respectivamente.

Cuadro No. 3. Precipitaciones promedio serie histórica 1961/1990, precipitaciones en EEFAS 2015/2016

	EEFAS 2015/16	Promedio (1961-1990)	pp2015/pp serie histórica
Ene.	213	116	1,8
Feb.	63	132	0,5
Mar.	24	153	0,2
Abr.	28	125	0,2
May.	133	99	1,3
Jun.	68	81	0,8
Jul.	16	73	0,2
Ago.	314	70	4,5
Set.	143	107	1,3
Oct.	177	118	1,5
Nov.	144	129	1,1
Dic.	384	119	3,2
Ene.	40	116	0,3
Feb.	237	132	1,8

Con respecto a las precipitaciones como se observó en el cuadro anterior, a fines de verano, otoño temprano y parte del invierno de 2015 las precipitaciones en EEFAS estuvieron por debajo del promedio para la serie de años presentada, condición que también pudo haber influido en la performance productiva de las especies evaluadas, en cambio a fines de invierno, primavera e inicio de verano 2015 estuvieron por encima de los promedios manejados.

3.2.2 Evolución del contenido de agua en el suelo

A continuación se grafica el contenido de agua en mm a una profundidad de 35 centímetros. Esos datos fueron los registrados por el FDR (Time Domain Reflectometry, Decagon HS10).

Cuadro No. 4. Contenido volumétrico de agua para capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente para el suelo en estudio

Horizonte	Profundidad (cm.)	CC (Hv%)	CMP (Hv%)
A	32	48,7	26,01
B	45	52,2	30,1

Fuente: Palacios (2015)

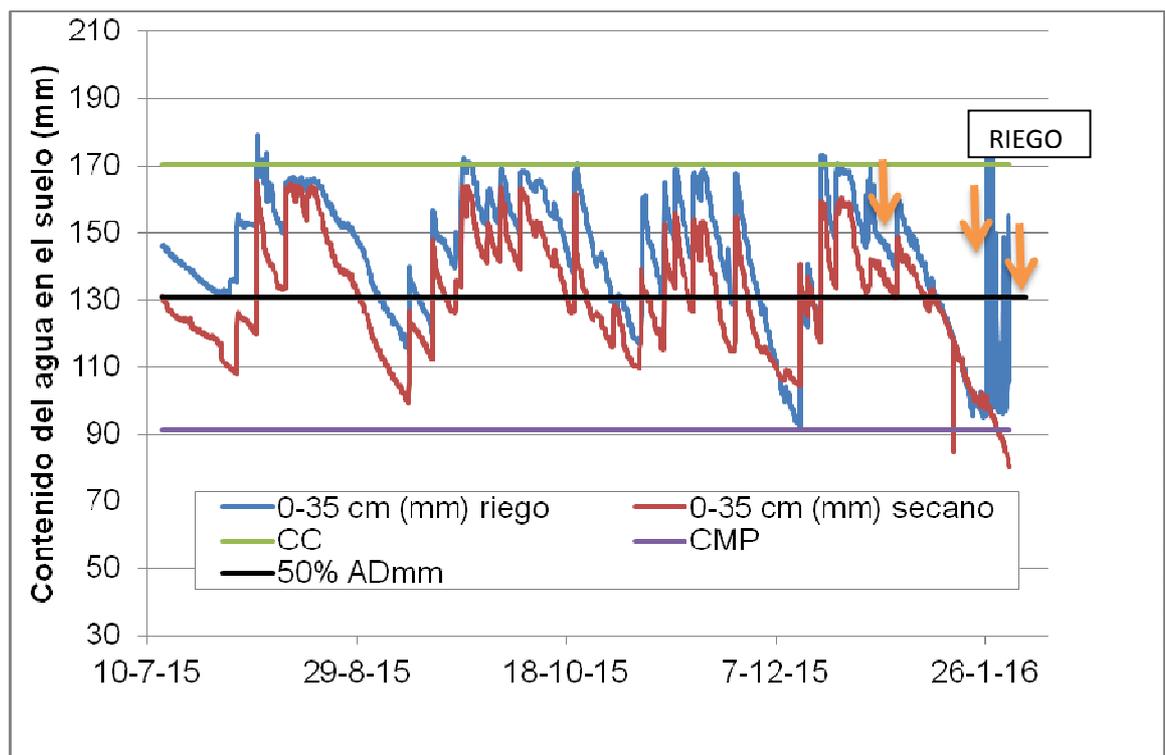


Figura No. 12. Evolución del contenido de agua en el suelo

Como se pudo observar en la figura No.12, los valores de contenido de agua en el suelo estuvieron cercanos a capacidad de campo (CC) en más de una ocasión a lo largo del período evaluado, dado a que como se ha presentado anteriormente las condiciones en cuanto a precipitación fueron abundantes en muchas ocasiones.

El contenido de agua en el suelo fue variable, se ubicó en un rango aceptable en muchas oportunidades a lo largo de todo el ensayo. En algunas puntualidades en donde el contenido de agua en el suelo descendió abruptamente como fueron algunos registros en setiembre, octubre y diciembre, se produjo una situación de estrés hídrico, demandando riegos que no se realizaron.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables estudiadas fueron analizadas mediante análisis de varianza ajustando un modelo correspondiente a un diseño en bloques al azar en parcelas divididas. En el modelo estadístico se consideró el efecto riego, el efecto mezcla y la interacción riego por mezcla. Las medias de los efectos significativos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5%.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRODUCCIÓN DE FORRAJE TOTAL Y POR COMPONENTES EN EL PERÍODO EVALUADO

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,011$) en la producción total de forraje entre las mezclas en el período evaluado (27 de mayo de 2015 al 15 de febrero de 2016), no detectándose diferencias significativas por efecto del riego ($p < 0,85$), y no existió interacción mezcla x riego ($p < 0,27$). La mezcla BRLOT fue la de mayor producción diferenciándose de la mezcla DALF (5476 vs. 3813 kg.MS/ha).

El promedio de la producción de todas las mezclas fue de 4731 kg.MS/ha.

Dichos resultados coinciden con los reportados por Bergottini et al., citados por Aguirre et al. (2013), quienes tampoco encontraron efectos significativos en la interacción entre la especie forrajera y el nivel de riego, si bien en este caso se compararon dos gramíneas tropicales.

En el siguiente cuadro se detalla la producción total de forraje con y sin riego de las diferentes mezclas evaluadas, así como también la producción promedio de las mismas en el período evaluado.

Cuadro No. 5. Producción total de forraje promedio (kg.MS/ha), con riego y sin riego

Mezcla forrajera	Producción promedio (kg.Ms/ha)	Producción con riego (kg.Ms/ha)	Producción sin riego (kg.Ms/ha)
BRLOT	5475 A	5252 A	5699 A
DTRLLOT	5031 AB	5458 A	4604 A
FBLOT	4606 AB	4215 A	4998 A
DALF	3812 B	3873 A	3751 A
p<	0.0113	0.2722	0.2722

En lo que refiere a producción de forraje promedio para el período de la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, la misma fue menor a la encontrada por Cairús y Regusci (2013), quienes obtuvieron 6800 kg.MS/ha, a su vez cabe aclarar que el ensayo de esos autores evaluó el período invierno-primavera. García Pintos y Orticochea (2015), presentaron valores de 7000 kg.MS/ha para esta mezcla en el período invierno primavera, y en el caso del ensayo presentado en este trabajo alcanzó los 4700 kg.MS/ha aproximadamente.

Para el caso de la mezcla dactylis alfalfa, la producción de forraje para el período (3850 kg.MS/ha), fue similar a la presentada por Maciel y Tucci (2015), donde en un trabajo que tenía como objetivo evaluar la implantación general, producción de forraje total y estacional de mezclas forrajeras en su primer año de vida en el período invierno primaveral, encontraron que la producción de forraje total fue de 3883 kg.MS/ha. Cabe recordar que el ensayo presentado en el trabajo corresponde a una pastura de segundo año, por lo tanto la producción de forraje debería ser mayor a la presentada por Maciel y Tucci (2015).

La mezcla bromus lotus presentó una producción de forraje para el período de 5480 kg.MS/ha, producción menor a la presentada por Ayala et al. (2010) para bromus, quienes sostienen que la producción de forraje anual de INIA Tabobá, que es el cultivar con mejor comportamiento, se sitúa en torno a 6000-7000 kg.MS/ha.

Tanto en las parcelas regadas ($p < 0.2722$) como en las no regadas ($p < 0.2722$) no se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a kg.MS/ha para las diferentes mezclas.

Analizando la producción de forraje en el período por componentes, hubieron diferencias significativas ($p < 0,0002$) en el componente gramíneas, pero no debido al riego ($p < 0,06$) o a su interacción ($p < 0,18$). En el promedio de todas las mezclas las gramíneas aportaron $38,5 \pm 15,3$ % del forraje total producido. Como se observa en el siguiente cuadro, la gramínea que produjo más forraje en invierno-primavera-verano de su segundo año fue festuca, diferenciándose de las restantes en un 69 % más de forraje.

Cuadro No. 6. Producción total de forraje promedio (kg.MS/ha) correspondiente a gramíneas sembradas, con riego y sin riego

Mezcla forrajera	Producción promedio (kg.Ms/ha)	Producción con riego (kg.Ms/ha)	Producción sin riego (kg.Ms/ha)
FBLOT	2538 A	2062 A	3013 A
DALF	1827 B	1418 A	2235 AB
BRLOT	1385 B	1359 A	1412 B
DTRLOT	1294 B	1087 A	1502 B
p<	0.0002	0.1819	0.1819

Al comparar la producción total de forraje (kg.Ms/ha) de la fracción gramíneas sembradas para las diferentes mezclas, en situación de riego ($p < 0.1819$), no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Para la situación sin riego ($p < 0.1819$), se observó que la mezcla FBLOT presentó mayor producción de gramíneas sembradas, con relación a las mezclas BRLOT y DTRLOT, en cambio la mezcla DALF no difirió de la primera.

Es importante destacar, que si bien no fue significativo, la producción de las gramíneas sin riego fue un 38 % mayor que en las mezclas regadas (2041 vs. 1482 kg.MS/ha, ver en anexos). Esto se relaciona con que fue un año donde las precipitaciones fueron abundantes en muchas ocasiones, a su vez en el caso de festuca por ejemplo, entrado el verano comienza a ser afectada por las altas temperaturas, en este sentido el factor limitante pasó a ser las altas temperaturas y no el agua.

El componente leguminosa fue el que explicó las diferencias en producción total de forraje de las mezclas ($p < 0,0001$). En promedio las leguminosas aportaron el $32,1 \pm 21,4\%$ del forraje. La leguminosa que menor aporte hizo a la producción de forraje fue alfalfa. Esto seguramente se debió a la escasa población de plantas ya que en el año de siembra ocurrieron abundantes precipitaciones y esta especie es muy sensible al anegamiento, según Ayala et al. (2010), se adapta a suelos de texturas medias, con buen drenaje.

La mezcla con festuca también se diferenció de las otras a pesar de tener *Lotus corniculatus* (especie estival), únicamente quedó por encima de

dactylis alfalfa en cuanto a aporte de leguminosa a la producción de forraje. Según Carámbula (2007), festuca cuenta con muy buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre).

Quizás la alta producción y competitividad de esa gramínea afectó el desarrollo del componente leguminosa.

El forraje producido por las leguminosas no se diferenció por el hecho de haber sido regados o no ($p < 0,56$). Cabe aclarar aspectos como el del trébol rojo por ejemplo, esa especie ya se encontraba culminando su ciclo de producción en el momento de aplicación de riegos, ese factor claramente condicionó la respuesta al riego de la especie para este ensayo. El trébol rojo en el primer año es donde presenta mayores tasas de crecimiento y un menor desarrollo radicular, por lo que los mayores rendimientos con inclusión de riego pueden obtenerse en este período (Formoso y Sawchik, 2000a).

En la siguiente figura se presentan las producciones de forraje de las leguminosas sembradas según mezcla.

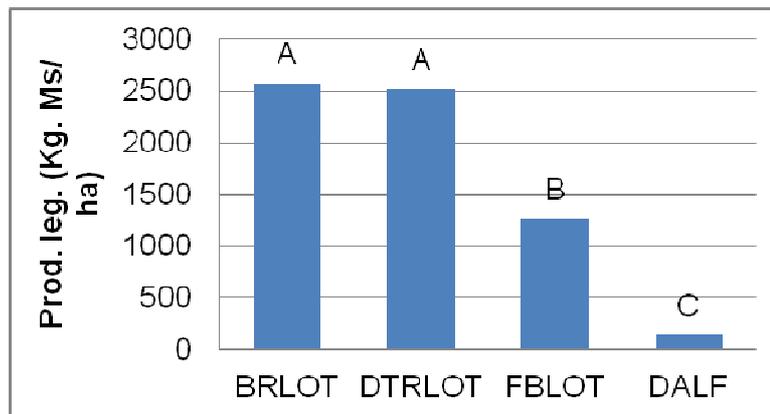


Figura No. 13 . Producción de forraje (kg.MS/ha) de las leguminosas sembradas según mezcla

Si se analiza la producción total de forraje de las especies sembradas, sin considerar el aporte de malezas o gramíneas espontáneas, como se puede observar en la siguiente figura, la única mezcla que se diferenció ($p < 0,0009$) con una menor producción fue la de DALF.

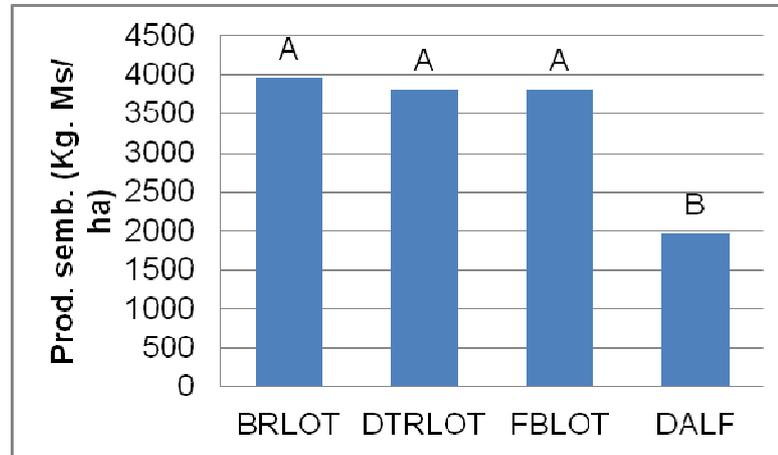


Figura No. 14 . Producción de forraje (kg.MS/ha) del total de especies sembradas según mezcla

O sea que al considerar la producción de gramíneas espontáneas y de malezas (producción total) no se diferenciaba DTRLOT y FBLOT de DALF, pero si se diferenciaron si se considera solo la producción de lo sembrado, ya que existieron diferencias en las mezclas evaluadas en la producción de gramíneas espontáneas ($p < 0,017$) y de malezas ($p < 0,056$).

Del total de forraje producido, el $29,3 \pm 13,5$ % corresponde a especies no sembradas, y de este $59,3 \pm 10,3$ % se debe a gramíneas espontáneas. Las gramíneas espontáneas principalmente fueron *Setaria geniculata*, *Eragrostis lugens*, *Digitaria sanguinalis*, *Paspalum plicatulum*, *Panicum bergii* y *Sorghum halepense*, todas de ciclo de vida estival, afectan la persistencia de las pasturas y esto se agrava a medida que tiene más años la pastura.

La mezcla BRLot fue más afectada por gramíneas espontáneas que la de FBLoT, seguramente por la menor competitividad (producción) de la gramínea sembrada. Al tratarse de una gramínea nativa de alta perennidad su crecimiento inicial es muy lento. En cuanto a las malezas, únicamente se diferenció con una menor producción de malezas FBLoT y BRLot de DALF.

4.2 CRECIMIENTO PROMEDIO DEL FORRAJE TOTAL Y POR COMPONENTES SEGÚN LOS PERÍODOS DEFINIDOS

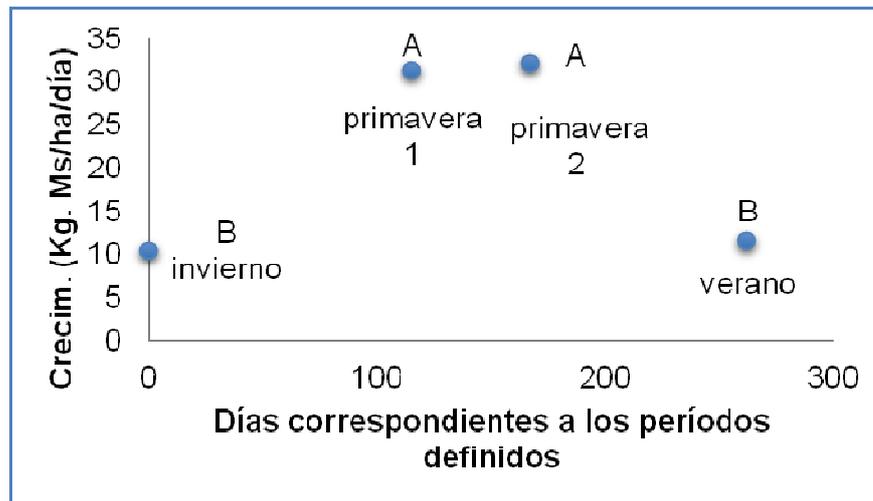


Figura No. 15. Crecimiento diario promedio de todas las mezclas según los períodos definidos

Como era esperable, el crecimiento diario promedio de todas las mezclas difirió según la época del año ($p < 0,0001$). Las mayores tasas de crecimiento diario se dieron en primavera (31,9 kg.MS/ha/día), diferenciándose estas de las tasas de crecimiento de invierno y verano (en promedio 11,1 kg.MS/ha/día). Esos valores se encuentran intermedios a los obtenidos por Bourdin et al. (2015), en un trabajo de investigación de riego suplementario en trébol blanco, lotus y raigrás, también las tasas de crecimiento en primavera y verano fueron diferentes para esos autores, con valores promedios de 45 y de 8-10 Kg.MS/ha/día respectivamente. Uno de los factores que determinan la caída en el crecimiento diario de la pastura en el verano es la baja producción característica del trébol blanco, especie perenne invernal C3, la cual según Bourdin et al. (2015), con presencia de riego alarga su ciclo productivo en verano, pero igualmente deprime su tasa de crecimiento. Las tasas de crecimiento estacionales también se encontraron intermedias a las encontradas por García Pintos y Orticochea (2015), en donde en un ensayo evaluando la mezcla forrajera festuca, trébol blanco y lotus en el período invierno-primavera, encontraron que las tasas de crecimiento variaron según la estación en la cual se pastoreaba, siendo mínima en invierno entorno de 10 kg.MS/ha/día, en la transición de invierno-primavera fue de 74,5 kg.MS/ha/día y en primavera de 69 kg.MS/ha/día.

También fue significativo ($p < 0,0001$) la interacción mezcla x período demostrando que las diferencias en producción entre las mezclas se deben al período comprendido entre el 19 de setiembre y el 9 de noviembre (primavera 1), en donde BRL0T toma los valores más altos (45 kg.MS/ha/día) en relación a DTR0T (29 kg.MS/ha/día) y a DALF (18 kg.MS/ha/día). La mezcla FB0T (34 kg.MS/ha/día) no se diferencia estadísticamente de la primera.

Existió interacción mezcla x agua ($p < 0,0135$) en la que se observa que las mezclas con riego de DTR0T creció más en el período que FB0T también bajo riego.

A continuación se realizará un análisis del crecimiento diario promedio de cada fracción que compone las mezclas en estudio, según período.

Con respecto al crecimiento promedio en el período de las gramíneas sembradas, se observaron efectos significativos de todas las variables y sus interacciones. Analizando estas últimas se observa con respecto a la interacción mezcla x agua ($p < 0,04$) que únicamente se diferenció el crecimiento de festuca siendo este mayor sin riego (10,9 vs. 6,7 Kg.MS/ha/día). Formoso (2010), en experimentos realizados con riego de *Festuca arundinacea*, encontró que en los tratamientos en seco que produjeron más que los bajo riego, se debió a una mayor infestación de gramíneas estivales espontáneas en los tratamientos regados que comprometieron la persistencia de las pasturas.

Cuadro No. 7. Evolución de tasa de crecimiento promedio de gramíneas sembradas con y sin riego suplementario en los distintos períodos definidos

	Tasa de crecim. invierno (Kg.MS/ha/día)	Tasa de crecim. primavera 1 (Kg.MS/ha/día)	Tasa de crecim. primavera 2 (Kg.MS/ha/día)	Tasa de crecim. verano (Kg.MS/ha/día)
Con riego	4 A	11.7 B	9 A	0,9 A
Sin riego	5.8 A	18.3 A	10 A	0,8 A
p<	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012

La interacción riego x período ($p < 0,001$) indica que al inicio de la primavera el crecimiento de las gramíneas fue mayor en las parcelas no regadas (18,3 vs. 11,7 Kg.MS/ha/día), lo cual llama la atención ya que en dicho período las precipitaciones fueron muy abundantes como fue expresado anteriormente y no se efectuaron riegos. Por lo tanto puede que este resultado se deba a condiciones o factores anteriores al período experimental.

Observando la interacción mezcla x período ($p < 0,0001$) se dan algunas diferencias de crecimiento en la primavera. En forma general dentro de las mezclas ($p < 0,0001$) la festuca creció más que las otras gramíneas y esta diferencia se debe a la primera etapa de la primavera.

Si no se consideran las interacciones existió efecto período ($p < 0,0001$) del crecimiento de las gramíneas sembradas, todas de ciclo de vida invernal, en que las tasas de crecimiento en invierno (4,9 kg.MS/ha/día) fueron mayores que las de verano (0,9 kg.MS/ha/día), si bien la mayor producción se dio en primavera (12,4 kg.MS/ha/día).

El efecto riego generó una disminución en el crecimiento diario de las gramíneas sembradas, básicamente debido a que el agua también es aprovechada por especies espontáneas principalmente gramíneas.

Continuando con la fracción de las leguminosas, el crecimiento promedio del conjunto de leguminosas se diferenció con la mezcla ($p < 0,0001$) y el período ($p < 0,0001$) siendo significativa la interacción entre ambos ($p < 0,001$).

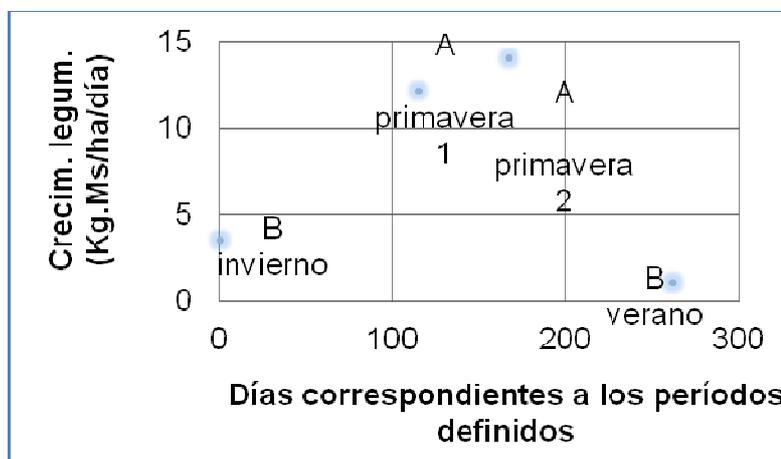


Figura No. 16. Crecimiento diario promedio de leguminosas según los períodos definidos

Como se observó en la figura anterior ($p < 0,0001$) el crecimiento durante la primavera (13,1 kg.MS/ha/día) fue mayor que en invierno y verano no diferenciándose entre esas dos estaciones, ya que en el conjunto de las leguminosas hay especies de ciclo invernal y estival.

En cuanto al efecto mezcla, la alfalfa fue la de menor producción como ya se expresó, debido a la reducida densidad de plantas.

Cuadro No. 8. Evolución de tasa de crecimiento promedio de leguminosas con y sin riego suplementario en los distintos períodos definidos

	Tasa de crecim. invierno (Kg.MS/ha/día)	Tasa de crecim. primavera.1 (Kg.MS/ha/día)	Tasa de crecim. primavera.2 (Kg.MS/ha/día)	Tasa de crecim. verano (Kg.MS/ha/día)
Con riego	4 A	12.7 A	14 A	1,4 A
Sin riego	3 A	11.6 A	13 A	0,9 A
p<	0.9934	0.9934	0.9934	0.9934

Cuando se analiza la tasa de crecimiento promedio de leguminosas dentro de cada período definido, invierno, primavera 1, primavera 2 y verano, se observó que las mismas no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.9934$) por el hecho de haber sido regadas o no.

4.3 BIOMASA DE FORRAJE PRE PASTOREO (DISPONIBLE) TOTAL Y POR COMPONENTES

La biomasa total de forraje disponible pre pastoreo difirió según el momento del pastoreo ($p < 0,0001$) y la mezcla ($p < 0,0001$), existiendo interacción entre ambas variables ($p < 0,0001$). En este sentido se observa que la mayor disponibilidad promedio fue entregada por la mezcla BRLOT, no diferenciándose de FBLOT.

A continuación se presenta el forraje disponible generado por cada mezcla en estudio.

Cuadro No. 9. Forraje disponible (kg.MS/ha) para cada mezcla y período definido

	Forraje disp. invierno (Kg.Ms/ha)	Forraje disp. prim.1 (Kg.Ms/ha)	Forraje disp. prim.2 (Kg.Ms/ha)
BRL0T	1428 A	1801 A	1139 A
FBL0T	1144 AB	1852 A	973 A
DTRL0T	1307 AB	1778 A	1183 A
DALF	731 B	1320 A	1175 A
p<	<.0001	<.0001	<.0001

En cuanto a disponibilidad de forraje según período, se observó que las diferencias se presentaron únicamente en el período definido como invierno, en donde la mezcla BRL0T fue superior a DALF. Se aclara que en el período de verano no se midió forraje disponible.

La cantidad de materia seca disponible promedio de todas las mezclas fue variando a lo largo del período ($p < 0,0001$), alcanzando los valores más bajos en el invierno y los más altos hacia la primavera, reduciéndose a medida que transcurrió el verano.

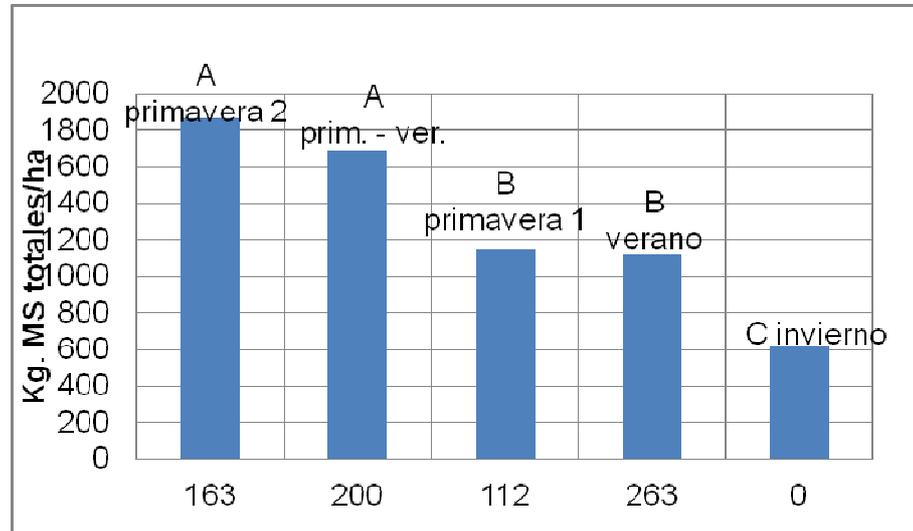


Figura No. 17 . Evolución de disponibilidad de forraje según los períodos definidos

En el mes de setiembre la temperatura media mensual fue 16,3°C y la temperatura máxima media 22,4°C, fueron las mayores registradas en los últimos cinco años, siendo también un mes muy lluvioso, registrándose los mayores datos de precipitación acumulada mensual, lo que junto con noviembre, en el cual los días con precipitación aumentaron con respecto al mismo período del inmediato año anterior, permitió que la pastura pudiera explotar las mejoras en las condiciones de temperatura y radiación. Además coincide con el período de máximas tasas de crecimiento de las gramíneas sembradas ya que están en la etapa de encañazón.

No se detectaron diferencias en la cantidad de forraje ofrecido a los animales por efecto del riego ($p < 0,82$).

También difirió según la mezcla el aporte de los diferentes componentes, como se observa en el siguiente cuadro. La gramínea que aportó más al forraje ofrecido a los animales, promedio de todos los pastoreos, fue festuca. La competitividad de esa gramínea parece haber afectado el aporte de los otros componentes (leguminosas y no sembradas).

Cuadro No. 10. Aporte de los diferentes componentes al forraje ofrecido, promedio de todo el período evaluado

Mezcla	Total	Gram.	Legum.	Otras gram.	Malezas
BRLOT	1574 A	447 B	708 A	272 A	150 AB
FTBLOT	1401 AB	771 A	397 B	128 B	105 B
DTRLLOT	1316 B	402 B	607 A	172 B	136 B
DALF	858 C	423 B	30 C	204 AB	202 A
p<	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0006

El aporte al forraje disponible de festuca fue mayor en valores absolutos y relativos. Existió diferencias en el aporte de las gramíneas según se haya aplicado riego o no ($p < 0,01$), siendo mayor en ausencia de este.

Cuadro No. 11. Aporte de gramíneas al forraje ofrecido promedio de todo el período evaluado, con y sin riego

Mezcla forrajera	Aporte de gram. sin riego (kg. MS/ha)	Aporte de gram. con riego (kg. MS/ha)
FBLLOT	828 A	713 AB
DALF	518 BC	327 C
BRLOT	435 C	458 C
DTRLLOT	457 C	345 C
p<	0.2200	0.2200

A pesar que la interacción mezcla x agua para esta variable no fue estadísticamente significativa ($p < 0,2200$), se observó que tanto en situación de riego como en secano, la mezcla FBLLOT fue la que aportó mayor cantidad de gramíneas sembradas al forraje ofrecido promedio.

La contribución de las leguminosas al forraje ofrecido promedio de todos los pastoreos fue mayor ($p < 0,0001$) en las mezclas DTRLLOT y BRLOT e insignificante en la de DALF.

Se considera adecuada la proporción gramínea/ leguminosa ofrecida en promedio en cada pastoreo a los animales en relación al aporte que hace cada componente en cantidad y calidad de forraje.

Cuadro No. 12. Contribución porcentual de los distintos componentes de la mezcla al forraje ofrecido promedio de todo el período

Mezcla	Total (kg.MS/ha)	Gram. (%)	Legum. (%)	Otras gram. (%)	Malezas (%)
BRLOT	1574 A	28	45	17	10
FTBLOT	1401 AB	55	28	9	7
DTRLOT	1316 B	31	46	13	10
DALF	858 C	49	3	24	24

Otro aspecto a destacar con respecto al disponible, es que existió interacción mezcla x riego en el aporte de las gramíneas espontáneas ($p < 0,0005$), observándose una tendencia a incrementarse esta fracción en los tratamientos regados. BRLOT fue la única mezcla en la que no se cumplió la tendencia antes mencionada, generándose el efecto inverso.

Esto se considera relevante a tener en cuenta ya que afectan la persistencia productiva de las mezclas, característica que se busca con la siembra de gramíneas perennes en un sistema de producción.

Cuadro No. 13. Efecto del riego en la fracción correspondiente a gramíneas espontáneas

	Kg. otras gram./ha sin riego	Kg. otras gram./ha con riego
BRLOT	348 A	195 B
DALF	167 B	240 AB
DTRLOT	120 B	223 AB
FBLOT	114 B	141 B
p<	0.0005	0.0005

Es claro que al tratarse de especies de ciclo estival a medida que se avanza de la primavera hacia el verano el aporte de estas gramíneas se va incrementando ($p < 0.0001$).

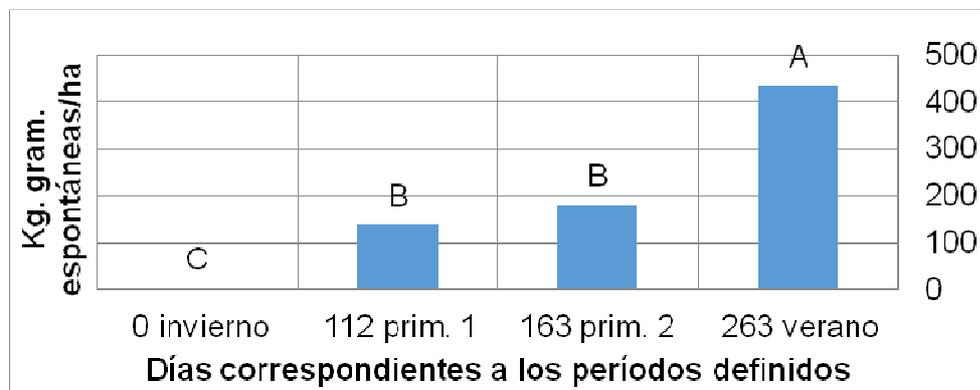


Figura No. 18. Evolución de gramíneas espontáneas según los períodos definidos

La fracción de malezas también sufrió un aumento en su población, 25 vs. 302 kg. MS/ha al inicio y finalización del período evaluado respectivamente, dejando en claro la existencia de un notorio enmalezamiento hacia el período estival.

4.4 BIOMASA DE FORRAJE POS PASTOREO (REMANENTE), TOTALY POR COMPONENTES

En lo que refiere a la cantidad de forraje remanente de los pastoreos, las diferencias ($p < 0,0356$) entre las distintas mezclas evaluadas no fueron relevantes agrónomicamente. En promedio la cantidad de forraje remanente fue de 523 ± 91 kg.MS/ha, lo cual indica que los pastoreos fueron muy intensos. La intensidad de los pastoreos fue mayor en otoño y menor en el último pastoreo de diciembre ($p < 0,0001$) lo cual se asocia a la variación en la cantidad de forraje ofrecido y a la menor calidad de este si se considera el mayor aporte del componente no sembrado.

Las mezclas FBLOT y BRLOT presentaron los valores más altos en cuanto a rechazo de gramíneas sembradas ($p < 0,0227$), mientras que la mezcla DALF presentó el menor valor de rechazo de leguminosa ($p < 0,0001$) (eso era esperable ya que su aporte antes de los pastoreos fue ínfimo). Las demás mezclas fueron iguales entre sí en cuanto a rechazo de leguminosas.

4.5 CONSUMO TOTAL EN EL PERÍODO, VARIACIÓN POR FECHA Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA

Si bien un objetivo del trabajo fue conocer la producción de forraje de las diferentes mezclas evaluadas, lo que importa a nivel productivo es cuánto de este forraje es consumido y por lo tanto utilizado por los animales.

Como era esperable, ya que se trata de especies sembradas y por lo tanto seleccionadas por su calidad y accesibilidad al ganado, la relación entre el forraje producido y consumido fue alta, ya que las diferencias en el forraje consumido entre mezclas ($p < 0,0001$) fue similar a las diferencias en producción de estas, al menos la tendencia fue la misma (en este caso DTRLOT fue diferente a DALF). Esto también se explica por los altos porcentajes de utilización del forraje producido. El % de utilización ($p < 0,0007$) de DALF fue menor que en las otras mezclas (73 % vs. 90 %, ver en anexos).

El forraje consumido se estimó como el forraje desaparecido durante el pastoreo (disponible menos rechazo). La mezcla DALF presentó los valores más bajos de consumo total ($p < 0,0031$), cabe recordar que esa mezcla tuvo problemas de enmalezamiento debido a la escasa densidad de plantas.

Cuadro No. 14. Consumo total de forraje según mezcla

Mezcla forrajera	Consumo total de forraje (Kg.Ms/ha)
BRLot	4903 A
DTRLot	4592 A
FBLot	4162 AB
DALF	2851 B
p<	0,0031

Considerando la totalidad de las mezclas, el consumo varió ($p < 0,0001$) con el pastoreo, fue menor en el pastoreo de otoño y en el de diciembre. En los dos pastoreos de primavera el consumo no se diferenció entre sí lo cual es coherente con la estacionalidad de las pasturas con un pico marcado hacia primavera.

Cuadro No. 15. Consumo estacional de forraje y promedio de los pastoreos

	Consumo invierno (Kg.Ms/ha)	Consumo prim.1 (Kg.Ms/ha)	Consumo prim.2 (Kg.Ms/ha)	Consumo promedio (Kg.Ms/ha)
BRLot	1087 A	1295 A	644 A	1225 A
FBLOT	579 A	1382 A	680 A	1040 A
DTRLot	1011 A	1495 A	846 A	1148 A
DALF	559 A	1126 A	351 A	716 B
p<	0.0585	0.0585	0.0585	<.0001

Analizando el consumo de forraje en los distintos períodos definidos, en los que se midió esta variable, se observó que no existieron diferencias entre las mezclas para cada uno de los períodos. En cuanto al consumo promedio de forraje de cada mezcla, se observó que DALF presentó el valor más bajo.

Considerando el total de forraje consumido en el período estudiado, se constató que el mayor porcentaje del consumo correspondiente a la fracción gramíneas se dio en las mezclas DALF y FBLOT ($p < 0,0001$), seguido por BRLot y DTRLot, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre estas. Y en lo que refiere a leguminosas ($p < 0,0001$), el porcentaje del consumo correspondiente a esta fracción fue mayor e igual entre sí en las mezclas DTRLot y BRLot siendo menor en FBLOT y ese a su vez fue mayor que el de DALF. Eso concuerda con la producción de gramíneas y leguminosas de cada mezcla.

Cuadro No. 16. Proporción del consumo correspondiente a fracción gramíneas y leguminosas

	Porcentaje del consumo correspondiente a gramíneas (%)	Porcentaje del consumo correspondiente a leguminosas (%)
FBLOT	56 A	27 B
DALF	58 A	4 C
BRLot	25 B	49 A
DTRLot	27 B	52 A
p<	<.0001	<.0001

Por lo tanto existieron diferencias entre mezclas en la proporción del total consumido que corresponde a las especies sembradas ($p < 0,0012$), siendo todas diferentes como se aprecia en la siguiente figura. Si bien es posible pensar que los animales consumieron una dieta en la mezcla de FBLOT de mayor calidad que por ejemplo la de BRLOT por tener mayor % de lo sembrado, en valores absolutos no lo fue, ya que en la primera se consumió 3448 vs. 3632 kg.MS/ha de especies sembradas.

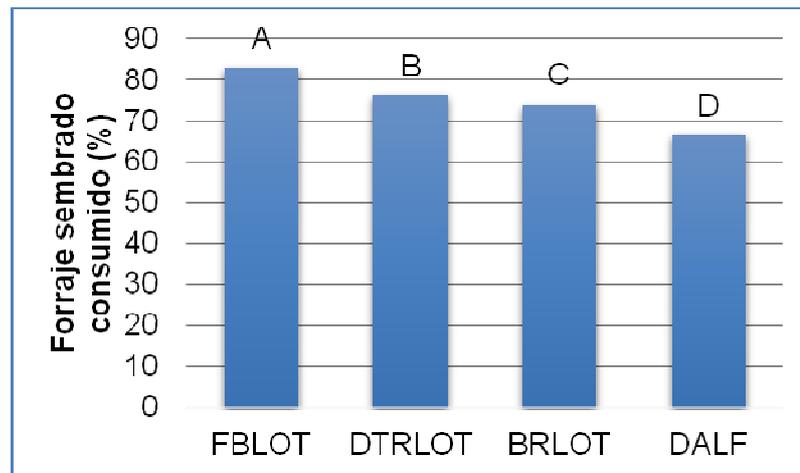


Figura No. 19. Proporción de la dieta (forraje desaparecido) que corresponde a las especies sembradas según mezclas

4.6 EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL FORRAJE OFRECIDO Y PRODUCIDO

En cuanto a la proporción del forraje ofrecido (disponible) que fue consumido por los animales para el promedio del período en estudio no se diferenció entre mezclas ni por efecto del riego. Si se considera dicha variable en cada pastoreo, únicamente varió en función del transcurso de los períodos definidos ($p < 0,0001$).

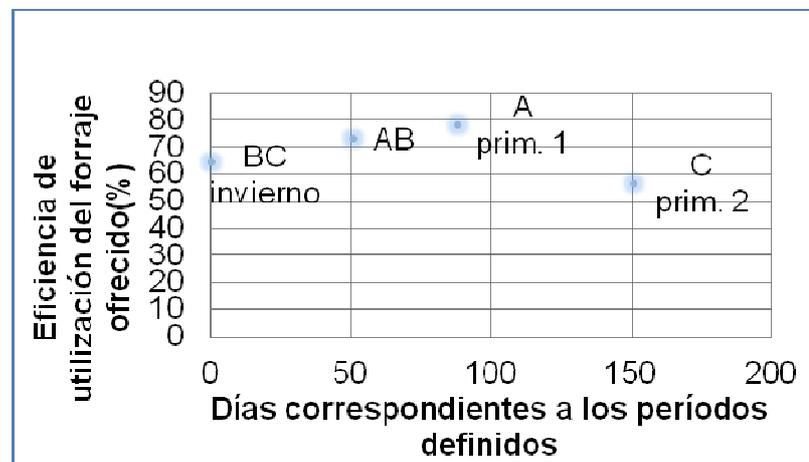


Figura No. 20. Evolución de la eficiencia de utilización del forraje ofrecido en función del transcurso de los períodos definidos

Hacia el inicio de la primavera la utilización del forraje disponible fue en aumento, luego a medida que se aproximó el verano se registró una disminución, producto de reducción del número de plantas y aumento del en malezamiento estival.

En cambio si se considera la utilización del forraje total producido en el período evaluado, se pudo observar que varió con la mezcla ($p < 0,0007$) diferenciándose DALF de las otras mezclas (73 % vs. 90 %). Cabe recordar que la producción de DALF fue muy baja.

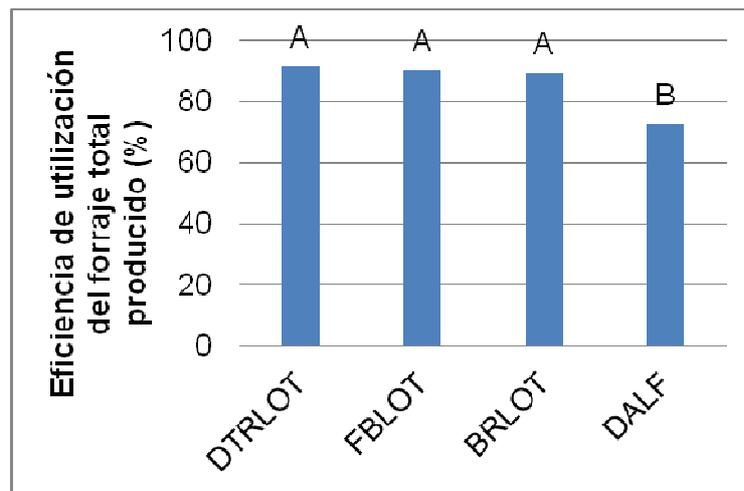


Figura No. 21. Eficiencia de utilización del forraje total producido según mezcla

5 CONCLUSIONES

En lo que refiere a producción de forraje total, la mezcla BRLOT fue la de mayor producción. No se detectaron diferencias significativas por efecto del riego.

Analizando la producción de forraje en el período por componentes, en el promedio de todas las mezclas las gramíneas aportan $38,5 \pm 15,3$ % del forraje total producido, la gramínea que produjo más forraje en invierno-primavera-verano de su segundo año fue festuca, diferenciándose de las restantes en un 69 % más de forraje.

El componente leguminosa fue el que explicó las diferencias en producción total de forraje de las mezclas. En promedio las leguminosas aportaron el $32,1 \pm 21,4\%$ del forraje. El forraje producido por las leguminosas no se diferenció por el hecho de haber sido regados o no.

Cuando se analizó la producción total de forraje (incluyendo gramíneas espontáneas y malezas) las mezclas DTRLLOT, FBLOT y DALF presentaron valores similares, en cambio cuando se observó la producción únicamente del componente sembrado, DALF fue inferior a las demás, dejando en claro el distinto grado de enmalezamiento.

Teniendo en cuenta el crecimiento promedio en el período de las gramíneas sembradas, se observó en la interacción mezcla x agua que únicamente se diferenció el crecimiento de festuca, siendo este mayor sin riego (10,9 vs. 6,7 kg.MS/ha/día). El efecto riego generó una caída en el crecimiento diario correspondiente a gramíneas sembradas, básicamente debido a que el agua también es aprovechada por especies espontáneas correspondientes a otras gramíneas. En forma general dentro de las mezclas, la festuca creció más que las otras gramíneas y esa diferencia se debe a la primera etapa de la primavera.

En lo que refiere a leguminosas, la alfalfa fue la de menor producción como ya se expresó, debido a la reducida densidad de plantas.

Observando la biomasa de forraje en términos de disponibilidad, la mayor disponibilidad fue entregada por las mezcla BRLOT y FBLOT. Separando por componentes dentro de la mezcla, la gramínea que aportó más al forraje ofrecido a los animales, promedio de todos los pastoreos, fue festuca. La competitividad de esa gramínea parece haber afectado el aporte de los otros componentes (leguminosas y no sembradas). A su vez no se detectaron diferencias en la cantidad de forraje ofrecido a los animales por efecto del riego.

La contribución de las leguminosas al forraje ofrecido promedio de todos los pastoreos fue mayor en las mezclas DTRLOT y BRLOT e insignificante en la de DALF. Otro aspecto a destacar con respecto al disponible, es que existió interacción mezcla x riego en el aporte de las gramíneas espontáneas, observándose una tendencia a incrementarse esa fracción en los tratamientos regados.

En lo que refiere al forraje remanente luego de los pastoreos, las diferencias entre las distintas mezclas evaluadas no fueron relevantes agronómicamente. Lo que sí varió entre mezclas fue la proporción de cada componente en el rechazo. Las mezclas FBLOT y BRLOT presentaron los valores más altos en cuanto a rechazo de kg. de gramíneas sembradas, mientras que la mezcla DALF presentó en cuanto a kg. de leguminosa sembrada el menor valor de rechazo (eso era esperable ya que su aporte antes de los pastoreos fue ínfimo).

Teniendo en cuenta el consumo de la pastura, el mayor porcentaje del consumo correspondiente a la fracción gramíneas se dio en las mezclas DALF y FBLOT, en lo que refiere a leguminosas el porcentaje del consumo correspondiente a esta fracción fue mayor e igual entre sí en las mezclas DTRLOT y BRLOT, esto concuerda con la producción de gramíneas y leguminosas de cada mezcla.

6 RESUMEN

El trabajo presentado se realizó en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía de Salto (EEFAS). Se propuso cuantificar la producción y composición del forraje invierno-primavero-estival de cuatro mezclas forrajeras en su segundo año de vida, bajo pastoreo, con y sin riego suplementario. El diseño experimental empleado fue de bloques completamente aleatorizados. La parcela mayor o principal corresponde al factor agua (con y sin riego), y la parcela menor al factor mezcla forrajera. El período evaluado corresponde a invierno-primavera-verano, 264 días a partir del 27/5/15. Los animales utilizados fueron vacas de la raza Holando en ordeño, y en algunos casos vacas de cría. Previo a cada pastoreo se cuantificó, en cada unidad experimental, la cantidad de forraje presente en ese momento mediante el corte con una rotativa con bolsa recolectora a una altura de cinco centímetros. También se efectuó composición botánica en cada una de las mezclas, para cada una de las parcelas. Al finalizar cada pastoreo se midió de igual forma el rechazo, o sea la cantidad de pasto remanente que quedaba después de cada pastoreo. El método de riego aplicado fue por aspersión. Las mezclas en estudio fueron: 1-*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, 2-*Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, 3-*Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* y por último *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus*. En lo que refiere a producción de forraje total, la mezcla BRLOT fue la de mayor producción. La gramínea que produjo más forraje en invierno-primavera-verano de su segundo año fue festuca. El efecto riego generó una caída en el crecimiento diario correspondiente a gramíneas sembradas, básicamente debido a que el agua también fue aprovechada por especies espontáneas principalmente gramíneas estivales. El componente leguminosa es el que explicó las diferencias en producción total de forraje de las mezclas. La contribución de las leguminosas al forraje ofrecido promedio de todos los pastoreos fue mayor en las mezclas DTRLOT y BRLOT. Finalmente en lo que refiere a consumo de forraje, el mayor porcentaje del consumo correspondiente a la fracción gramíneas se dio en las mezclas DALF y FBLOT, en lo que refiere a leguminosas el porcentaje del consumo correspondiente a esta fracción fue mayor e igual entre sí en las mezclas DTRLOT y BRLOT, esto concuerda con la producción de gramíneas y leguminosas de cada mezcla.

Palabras clave: Producción; Composición; Mezclas forrajeras; Riego suplementario; *Festuca arundinacea*; *Trifolium repens*; *Lotus corniculatus*; *Dactylis glomerata*; *Medicago sativa*; *Trifolium pratense*; *Bromus auleticus*.

7 SUMMARY

The presented work was done at the “Estación Experimental de Facultad de Agronomía de Salto” (EEFAS). It was proposed to quantify the winter-spring-(and) summer forage of four mixtures of them, in their second year of life, under grazing, with supplementary watering and without it. The experimental design used were blocks completely randomized. The biggest or main plot corresponds to the water factor (with and without watering), and the the smallest plot corresponds to the forage mixture factor. The evaluated period corresponds to winter-spring-summer, 264 days since 5/27/15. They were used Holland breed cows that were being milked (in some cases, breeding cows). Before each grazing, the forage amount was quantified in each experimental unit, the amount of forage that was presented in that moment, by cutting with a rotating collecting bag at a height of five centimeters. It was also made a botanic composition in each one of the mixtures, for each one of the plots. At the end of each grazing the reject was measured in the same way, that is the amount of remaining pasture that remained after each grazing. When the application of irrigation was found relevant, based on moisture data taken with the FDR sensor, it was carried out using the irrigation technology. The mixtures under study were: 1- *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, 2- *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, 3-*Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* and *Lotus corniculatus* and finally *Bromus auleticus* and *Lotus corniculatus*. As far as total forage production, the Bromus Lotus blend was the one with the highest yield. The grass that produced more fodder in the winter-spring-summer period, of its second year was “Festuca”. The irrigation effect caused a fall in the daily growth corresponding to grasses planted, basically because the water is also used by spontaneous species that belong to other grasses. The leguminous component explained the differences in the total forage production of the mixtures. The legumes contribution to the average forage from all grazing was bigger in the “Dactylis red clover Lotus” and “Bromus Lotus”. Finally, what concerns to the use of forage, the highest percentage of the consumption corresponding to the grass fraction was seen in the mixtures of “Dactylis alfalfa” and “Festuca clover Lotus white”, and if we talk about legumes, the percentage of consumption corresponding to this fraction was higher and the same between the in the mixtures of “Dactylis red clover Lotus” and “Bromus Lotus”, this agrees with the grasses and legumes production of each mixture.

Key words: Production; Composition; Forage mixture;
Additional irrigation; *Festuca arundinacea*; *Trifolium repens*; *Lotus corniculatus*; *Dactylis glomerata*; *Medicago sativa*; *Trifolium pratense*; *Bromus auleticus*.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Agnusdei, M. G.; Castaño, J. 2011. Manejo de pasturas templadas para suelos no agrícolas. *In*: Expo Suipacha (2011, Suipacha, Buenos Aires). Síntesis del material de las charlas técnicas. Buenos Aires, Producir XXI. pp. 73-78.
2. Aguirre Graña, S.; Irazabal Marra, N.; Otegui Duarte, I. 2013. Evaluación de la respuesta al riego suplementario de *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum* y *Pennisetum purpureum* cv Mott durante el período estival. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 31-39.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. (en línea). Montevideo, MGAP. Esc. 1:1.000.000. Consultado 3 mar. 2016. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1619_carta_de_reconocimiento_de_suelos_del_uruguay_1.1.000.000_imprimir_a0_0.pdf
4. Altier, N.; Risso, D.; Beretta, J.; Morón, A. 1996. Impacto de las enfermedades en la producción de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Beretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
5. Arana, S.; Piñero, G.; García, J.; Satiñaque, F. 2000. Riego y manejo en la producción de pasturas con trébol blanco. *In*: Jornada de Pasturas (2000, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 5-12 (Actividades de Difusión no. 241).
6. Ayala, W.; Carámbula, M. 2009. El valor agronómico del género Lotus. Montevideo, INIA. pp. 27-35.
7. _____; Bemhaja, M.; Cotto, B. ; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J.; Musso, F.; Vergara, A. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. pp. 50-121 (Otros Documentos no. 38).
8. Blanco, C. 2008. Establecimiento de gramíneas forrajeras perennes en basalto en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 38-50.

9. Boggiano, P.; Giorello, D.; Jaurena, M.; Pérez Gomar, E. 2012. Respuesta al riego suplementario en pasturas y forrajes. In: Seminario Internacional sobre Riego en Cultivos y Pasturas (2º, 2012, Salto, UY). Potencial del riego extensivo; cultivos y pasturas. Montevideo, INIA. pp. 45-52.
10. _____; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Giménez, L. ; Formoso, D.; Aguirre, S.; Irazabal, N.; Otegui, I.; Arce, M.; Fernández, P.; Riccetto, S. 2014. Evaluación de la respuesta al riego suplementario de gramíneas perennes durante el período estival. In: Riego suplementario en cultivos y pasturas. Montevideo, INIA. pp. 29-43 (FPTA no. 55).
11. Bourdin Medici, A.; Burgos Valiente, M.; Fraguas Souto, J. 2015. Respuesta física al riego suplementario y desarrollo de tecnologías de riego por melgas en pasturas artificiales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 18-51.
12. Breazu, I.; Balan, M.; Oprea, G.; Chiper, C. 2006. The impact of white clover and birdsfoot trefoil in simple mixtures with tall fescue. In: General Meeting of the European Grassland Federation (21st., 2006, Badajoz, Spain). Proceedings. s.l., Grassland Science in Europe. cap. 11, pp. 405- 407.
13. Cairús, M.; Regusci, M. 2013. Producción invierno primaveral de mezclas forrajeras de tercer año bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 52-61.
14. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
15. _____. 2007. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, pp.108-193.
16. _____. 2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
17. Castro, M.; Bermúdez, R.; Saldanha, S.; Pereyra, P.; Altier, N.; Vera, M.; Cardozo, V.; Menoni, N.; Ferrón, J.; Serrón, N. 2013. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes, período 2012 (INIA/INASE). Montevideo, INIA. 107 p.
18. Collins, M. 1982. Yield and quality of Birdsfoot trefoil stockpiled for summer utilization. *Agronomy Journal*. 784: 1036-1041.

19. Díaz, J. E.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
20. Fariña, M. F.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
21. Formoso, F. 1993. *Lotus corniculatus*. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
22. _____. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berreta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
23. _____.; Sawchik, J. 2000a. Inserción del riego en rotaciones de cultivos y pasturas. In: Jornada de Cultivos de Verano (no. ordinal, 2000, La Estanzuela). Tecnología de producción de cultivos y pasturas bajo riego. Montevideo, INIA. pp. 13-26 (Actividades de Difusión no. 227).
24. _____. 2000b. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-75 (Boletín de Divulgación no. 69).
25. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. pp. 39-46 (Serie Técnica no. 182).
26. _____. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS.). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).
27. Gallo, J.; Godoy, E.; Toneguzzo, M. 2015. Evaluación de la producción de forraje y de carne de tres mezclas forrajeras de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 5-25.
28. García, J. 1995. *Dactylis glomerata* LE Oberon. Montevideo, INIA. 50 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
29. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 133).

30. García Petillo, M. 2012. Conceptos básicos para el diseño y manejo del riego. In: Seminario Internacional sobre Riego en Cultivos y Pasturas (2º, 2012, Salto, UY). Potencial del riego extensivo; cultivos y pasturas. Montevideo, INIA. pp. 23-31.
31. García Pintos, M.; Orticochea, A. 2015. Efecto de la mezcla y dotación animal en la productividad invierno primaveral de una pradera de cuarto año compuesta por festuca, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 40-55.
32. Giorello, D.; Jaurena, M.; Boggiano, P.; Pérez Gomar, E. 2013. Respuesta al riego suplementario en pasturas y forrajes. In: Jornada de Divulgación (2013, Tacuarembó, Uruguay). Riego en cultivos y pasturas sobre suelos de Basalto. Montevideo, INIA. pp. 12-33 (Actividades de Difusión no. 706).
33. Grolero, I.; Rodríguez, F. 2015. Evaluación de la producción animal de tres mezclas forrajeras de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
34. Hagopían, A.; Moreni, A. 2015. Evaluación de la inclusión de gramíneas estivales perennes en praderas permanentes sobre la producción y composición de leche de vacas Holando en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 53 p.
35. 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.
36. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y sub espontaneas del género *Trifolium* (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
37. Labandera, M. 2000. Comportamiento de cultivares de leguminosas perennes en el Uruguay; actualización 2000. In: Resultados experimentales de evaluación para el Registro Nacional de Cultivares; período 1999. Montevideo, INIA. pp. 69-90.
38. Laluz, R.; Martino, S.; Rovira, F. 2015. Producción de forraje y carne de cuatro mezclas forrajeras en su primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.

39. Langer, R. H. M. 1991. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
40. Larrambere, F. 1997. Festucosis; un problema a tener en cuenta. Revista Plan Agropecuario. no. 52: 1-8.
41. López, R. R.; Matches, A. G.; Baldrige, J. D. 1967. Vegetative development and organic reserves of tall fescue under conditions of accumulated growth. Crop Science.7 (5): 409-412.
42. Maciel, P.; Tucci, A. 2015. Evaluación de la producción de forraje de tres mezclas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 59-75.
43. Mckee, W. H.; Brown, R. H.; Blaser, R. E. 1967. Effect of clipping and nitrogen fertilization on yield and stands of tall fescue. CropScience. 7 (6): 567-570.
44. Maranges, M.; Nadal, A. 2015. Efecto de la carga animal y mezcla forrajera sobre parámetros físico-químicos del suelo y la productividad de la pastura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
45. Millot, J. C. 1969. Mejoramiento de gramíneas forrajeras. In: Reunión Técnica Producción y Conservación de Forraje (5a., 1969, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, MAP/CIAAB. pp. 101-110.
46. Molinelli, P. L.; Odella, F. A.; Verrastro, M. 2014. Efecto de la mezcla forrajera y fecha de siembra en la producción de forraje, composición botánica y respuesta animal durante su segundo verano y tercer otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p
47. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
48. Olmos, F. 1993. *Bromus auleticus*. Montevideo, INIA. 30 p. (Serie Técnica no. 35).
49. Otondo, J.; Cicchino, M.; Calvetty, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado ene. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf

50. Palacio, L. 2015. Implantación de mezclas forrajeras con gramíneas perennes con riego y sin riego suplementario. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 35-42.
51. Pereira, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar ? Revista Plan Agropecuario. no. 122: 36-38.
52. 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).
53. _____. 2005. Alfalfa; principios y manejo del pastoreo. Programa Nacional de Plantas Forrajeras. (en línea). Revista INIA. no. 5: 2-4. Consultado 12 jun.2015. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807160553.pdf>
54. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
55. _____.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2: 16-21.
56. Sawchik, J. 2012. Necesidades de riego en cultivos y pasturas. In: Seminario Internacional sobre Riego en Cultivos y Pasturas (2º., 2012, Salto, UY). Potencial del riego extensivo; cultivos y pasturas. Montevideo, INIA. pp. 55-68.
57. 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.
58. _____.; 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.
59. Turkington, R. 1983. Leaf and flower demography of *Trifolium repens* L. I. Growth in mixture with grasses. New Phytologist. 93: 617-631.
60. _____. 1989. The growth, distribution and neighbour relationships of *Trifolium repens* in a permanent pasture. V. The coevolution of competitors. Journal of Ecology. 77: 717-733.

61. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. ed. Ithaca, NY, Cornell University Press. 476 p.
62. Viglizzo, E. 1995. El rol de la alfalfa en los sistemas de producción. In: Viglizzo, E. ed. La alfalfa en Argentina. Balcarce, INTA. Subprograma de alfalfa. pp. 259-272.
63. Zanoniani, R. A.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangué. no. 25: 5-11.

9 ANEXOS

Anexo No. 1. Análisis forraje disponible, consumo y utilización de forraje por fecha.

Variable dependiente : Consumo total

Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F.		
BLOQUE	2	2	3.54	0.2204		
MEZCLA	3	60	10.61	<.0001		
AGUA	1	2	0.77	0.4725		
MEZCLA*AGUA	3	60	1.65	0.1878		
DÍAS	3	60	28.49	<.0001		
MEZCLA*DÍAS	9	60	1.97	0.0585		
AGUA*DÍAS	3	60	0.17	0.9181		
MEZCLA*AGUA*DÍAS	9	60			1.47	0.1816

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
3	Br	–	–	1225.63	69.9457	A
4	DTRLOT	–	–	1148.13	69.9457	A
5	FBLOT	–	–	1040.33	69.9457	A
6	DALF	–	–	716.46	69.9457	B

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
15		–	51	1365.46	74.4696	A
16		–	88	1325.21	74.4696	A
17		–	0	809.38	74.4696	B
18		–	151	630.50	74.4696	B

Variable dependiente: Forraje disponible.

Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	62	6.43	0.0029
MEZCLA	3	62	20.31	<.0001
AGUA	1	62	0.55	0.4614
MEZCLA*AGUA	3	62	0.86	0.4685
DÍAS	3	62	37.86	<.0001
MEZCLA*DÍAS	9	62	4.80	<.0001
AGUA*DÍAS	3	62	1.34	0.2704
MEZCLA*AGUA*DÍAS	9	62	0.89	0.5425

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	Br	_	_	1719.50	60.6586	A
2	FBLOT	_	_	1538.50	60.6586	AB
3	DTRLLOT	_	_	1491.79	60.6586	B
4	DALF	_	_	1073.04	60.6586	C

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
15			_	51	1863.83	67.0757 A
16			_	88	1688.04	67.0757 A
17			_	0	1153.00	67.0757 B
18			_	151	1117.96	67.0757 B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
19		Br	_	0	1428.67	134.15 A
20		DTRLOT	_	0	1307.67	134.15 AB
21		FBLOT	_	0	1144.17	134.15 AB
22		DALF	_	0	731.50	134.15 B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
23		Br	_	51	2508.50	134.15 A
24		FBLOT	_	51	2184.50	134.15 AB
25		DTRLOT	_	51	1697.17	134.15 BC
26		DALF	_	51	1065.17	134.15 C

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
27	FBLLOT	_		88	1852.00	134.15 A
28	Br	_		88	1801.33	134.15 A
29	DTRLOT	_		88	1778.50	134.15 A
30	DALF	_		88	1320.33	134.15 A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
31	DTRLOT	_		151	1183.83	134.15 A
32	DALF	_		151	1175.17	134.15 A
33	Br	_		151	1139.50	134.15 A
34	FBLLOT	_		151	973.33	134.15 A

Variable dependiente UTIL.DISPON.

Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	15.7	0.96	0.4041
MEZCLA	3	14.9	1.59	0.2337
AGUA	1	14.9	0.79	0.3890
MEZCLA*AGUA	3	14.9	0.74	0.5422

DÍAS	3	43.8	9.76	<.0001
MEZCLA*DÍAS	9	44.9	3.40	0.0029
AGUA*DÍAS	3	43.8	1.72	0.1770
MEZCLA*AGUA*DÍAS	9	44.9	1.54	0.1629

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
15	—			88	78.2250	3.4084 A
16	—			51	72.9000	3.4084 AB
17	—			0	64.6000	3.4084 BC
18	—			151	56.7083	3.4084 C

Variable dependiente	P.CON.S.GR			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	1.9	0.92	0.5254
MEZCLA	3	20.6	38.42	<.0001
AGUA	1	1.91	6.51	0.1315
MEZCLA*AGUA	3	20.6	2.05	0.1384
DÍAS	3	42.1	8.68	0.0001
MEZCLA*DÍAS	9	44.6	3.62	0.0019
AGUA*DÍAS	3	42.1	4.81	0.0057
MEZCLA*AGUA*DÍAS	9	44.6	2.22	0.0381

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
	DALF	_	_	60.9500	3.1166	A
	FBLOT	_	_	54.9333	3.1166	A
	Br	_	_	26.9083	3.1166	B
	DTRLLOT	_	_	24.9958	3.1166	B

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
15		_	0	50.0167	3.5209	A
16		_	51	46.8833	3.5209	A
17		_	88	43.5875	3.5209	A
18		_	151	27.3000	3.5209	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
19	DALF	_	0	74.9667	6.8995	A
20	FBLOT	_	0	69.5833	6.8995	AB
21	DTRLLOT	_	0	37.3333	6.8995	BC
22	Br	_	0	18.1833	6.8995	C

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
23	FBLot	_	51	74.2000	6.8995	A
24	DALF	_	51	69.6333	6.8995	A
25	DTRLot	_	51	24.8833	6.8995	B
26	Br	_	51	18.8167	6.8995	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
27	DALF	_	88	60.2167	6.8995	A
28	FBLot	_	88	44.7500	6.8995	A
29	Br	_	88	41.8500	6.8995	A
30	DTRLot	_	88	27.5333	6.8995	A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
31	DALF	_	151	38.9833	6.8995	A
32	FBLot	_	151	31.2000	6.8995	A
33	Br	_	151	28.7833	6.8995	A
34	DTRLot	_	151	10.2333	6.8995	A

Variable dependiente P.CONNS.LEG

Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	2	1.58	0.3875
MEZCLA	3	16.5	45.28	<.0001
AGUA	1	2.05	2.29	0.2664
MEZCLA*AGUA	3	16.5	0.22	0.8832
DÍAS	3	44.1	2.29	0.0914
MEZCLA*DÍAS	9	45.9	4.61	0.0002
AGUA*DÍAS	3	44.1	2.85	0.0483
MEZCLA*AGUA*DÍAS	9	45.9	0.86	0.5684

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
3	DTRLOT	_	_	51.2167	3.3736	A
4	Br	_	_	47.0667	3.3736	A
5	FBLOT	_	_	27.9083	3.3736	B
6	DALF	_	_	5.5292	3.3736	C

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
19	Br	_	0	58.9167	5.6955	A
20	DTRLOT	_	0	46.5167	5.6955	AB
21	FBLLOT	_	0	25.5333	5.6955	BC
22	DALF	_	0	-925E-17	5.6955	C

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
23	DTRLOT	_	51	65.7333	5.6955	A
24	Br	_	51	59.0000	5.6955	A
25	FBLLOT	_	51	18.4167	5.6955	B
26	DALF	_	51	4.5833	5.6955	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
27	DTRLOT	_	88	56.8500	5.6955	A
28	FBLLOT	_	88	40.2333	5.6955	A
29	Br	_	88	38.1333	5.6955	A
30	DALF	_	88	4.8833	5.6955	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
31	DTRLOT	_	151	35.7667	5.6955	A
32	Br	_	151	32.2167	5.6955	A
33	FBLOT	_	151	27.4500	5.6955	A
34	DALF	_	151	12.6500	5.6955	A

Variable dependiente	P.CON.SEMB				
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	61.9	Infty	<.0001	
MEZCLA	3	61.9	Infty	<.0001	
AGUA	1	61.9	Infty	<.0001	
MEZCLA*AGUA	3	61.9	Infty	<.0001	
DÍAS	2	62	48.75	<.0001	
MEZCLA*DÍAS	6	62	2.00	0.0793	
AGUA*DÍAS	2	62	5.75	0.0051	
MEZCLA*AGUA*DÍAS	6	62	8.42	<.0001	

Efecto=MEZCLA Method=LSD(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	FBLLOT	_	_	82.8375	0	A
2	DTRLLOT	_	_	76.2000	0	B
3	Br	_	_	73.9792	0	C
4	DALF	_	_	66.4833	0	D

Efecto=AGUA Method=LSD(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
5		0	_	76.1521	0	A
6		1	_	73.5979	0	B

Efecto=MEZCLA*AGUA Method=LSD(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
7	FBLLOT	0	_	88.3333	0	A
8	Br	1	_	79.7417	0	B
9	DTRLLOT	0	_	78.6000	0	C
10	FBLLOT	1	_	77.3417	0	D
11	DTRLLOT	1	_	73.8000	0	E

12	DALF	0	_	69.4583	0	F
13	Br	0	_	68.2167	0	G
14	DALF	1	_	63.5083	0	H

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
15	_		51	83.8083	2.4407	A
16	_		0	82.7542	2.4407	A
17	_		88	78.6250	2.4407	A
18	_		151	54.3125	2.4407	B

Anexo No. 2. Producción-crecimiento por fecha.

Variable dependiente	C.TOT.DÍA			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	39.6	4.27	0.0209
MEZCLA	3	36.3	2.76	0.0561
AGUA	1	36.3	0.29	0.5954
MEZCLA*AGUA	3	36.3	4.08	0.0135
DÍAS	4	63.3	81.06	<.0001
MEZCLA*DÍAS	12	65.7	5.82	<.0001
AGUA*DÍAS	4	63.3	2.10	0.0917
MEZCLA*AGUA*DÍAS	12	65.7	0.86	0.5937

Efecto=MEZCLA*AGUA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
7	DTRLOT	1	_	24.2197	1.5523	A
8	Br	0	_	21.8266	1.5523	AB
9	Br	1	_	20.5717	1.5523	AB
10	FBLOT	0	_	20.2208	1.5523	AB
11	DALF	1	_	17.7134	1.5523	AB
12	DTRLOT	0	_	17.4731	1.5523	AB
13	DALF	0	_	17.2393	1.5523	AB
14	FBLOT	1	_	16.6070	1.5523	B

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
15	_		167	32.2669	1.2553	A
16	_		115	31.3741	1.2553	A
17	_		204	11.6580	1.2553	B
18	_		262	11.6389	1.2553	B
19	_		0	10.4818	1.2553	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

					Error	Letter
Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	estándar	Group
20	Br	_	0	12.9879	2.5106	A
21	DTRLOT	_	0	11.8879	2.5106	A
22	FBLOT	_	0	10.4015	2.5106	A
23	DALF	_	0	6.6500	2.5106	A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

					Error	Letter
Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	estándar	Group
24	Br	_	115	44.9929	2.5106	A
25	FBLOT	_	115	33.5851	2.5106	AB
26	DTRLOT	_	115	28.8050	2.5106	BC
27	DALF	_	115	18.1135	2.5106	C

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

					Error	Letter
Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	estándar	Group
28	DTRLOT	_	167	36.7135	2.5106	A
29	FBLOT	_	167	31.8281	2.5106	A
30	DALF	_	167	31.0417	2.5106	A
31	Br	_	167	29.4844	2.5106	A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
32	DALF	_	204	15.7989	2.5106	A	
33	DTRLOT	_	204	13.4368	2.5106	A	
34	Br	_	204	9.2529	2.5106	A	
35	FBLOT	_	204	8.1437	2.5106	A	

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
36	DALF	_	262	15.7778	2.5106	A	
37	DTRLOT	_	262	13.3889	2.5106	A	
38	Br	_	262	9.2778	2.5106	A	
39	FBLOT	_	262	8.1111	2.5106	A	

Variable dependiente	C.GR.SEM.DÍA			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	32.2	3.29	0.0502
MEZCLA	3	31.4	12.23	<.0001
AGUA	1	31.4	8.86	0.0056
MEZCLA*AGUA	3	31.4	3.08	0.0418
DÍAS	4	62.7	91.60	<.0001
MEZCLA*DÍAS	12	64.8	8.35	<.0001
AGUA*DÍAS	4	62.7	5.13	0.0012
MEZCLA*AGUA*DÍAS	12	64.8	1.52	0.1415

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
1	FBLOT	_	_		8.8337	0.5915	A
2	DALF	_	_		7.0547	0.5915	AB
3	Br	_	_		5.1708	0.5915	BC
4	DTRLOT	_	_		4.1625	0.5915	C

Efecto=AGUA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
5	-	0	_		7.1857	0.4182	A
6	-	1	_		5.4251	0.4182	B

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
15	_		115	15.0133	0.6230	A
16	_		167	9.7747	0.6230	B
17	_		0	4.9436	0.6230	C
18	_		204	0.9066	0.6230	D
19	_		262	0.8889	0.6230	D

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
20	FBLot	_	0	7.5606	1.2459	A
21	DTRLot	_	0	5.1621	1.2459	A
22	DALF	_	0	4.1697	1.2459	A
23	Br	_	0	2.8818	1.2459	A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
24	FBLot	_	115	23.0142	1.2459	A

25	Br	_	115	14.8546	1.2459	B
26	DALF	_	115	13.4220	1.2459	B
27	DTRLOT	_	115	8.7624	1.2459	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
28	DALF	_	167	17.5573	1.2459	A
29	FBLOT	_	167	9.9010	1.2459	B
30	DTRLOT	_	167	6.0938	1.2459	B
31	Br	_	167	5.5469	1.2459	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
32	FBLOT	_	204	1.8592	1.2459	A
33	Br	_	204	1.2931	1.2459	A
34	DTRLOT	_	204	0.4052	1.2459	A
35	DALF	_	204	0.06897	1.2459	A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
36	FBL0T	_	262	1.8333	1.2459	A
37	Br	_	262	1.2778	1.2459	A
38	DTRLOT	_	262	0.3889	1.2459	A
39	DALF	_	262	0.05556	1.2459	A

Variable dependiente	C.LEGUM.DÍA			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	1.98	0.61	0.6205
MEZCLA	3	33.3	40.50	<.0001
AGUA	1	1.99	0.49	0.5573
MEZCLA*AGUA	3	33.3	1.72	0.1812
DÍAS	4	62.1	69.75	<.0001
MEZCLA*DÍAS	12	64.2	11.27	<.0001
AGUA*DÍAS	4	62.1	0.06	0.9934
MEZCLA*AGUA*DÍAS	12	64.2	0.47	0.9251

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
3	DTRLOT	_	_	10.3981	0.7850	A
4	Br	_	_	9.2240	0.7850	A
5	FBLOT	_	_	5.2421	0.7850	B
6	DALF	_	_	0.7075	0.7850	C

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
15	_	_	167	14.0247	0.8422	A
16	_	_	115	12.1684	0.8422	A
17	_	_	0	3.5496	0.8422	B
18	_	_	262	1.1250	0.8422	B
19	_	_	204	1.0970	0.8422	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter Group
20	Br	_	0	6.9167	1.5535	A
21	DTRLOT	_	0	4.7894	1.5535	A
22	FBLOT	_	0	2.4924	1.5535	A

23	DALF	_		0	-172E-17	1.5535	A
----	------	---	--	---	----------	--------	---

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
24	Br	_		115	22.6773	1.5535	A
25	DTRLOT	_		115	17.3475	1.5535	A
26	FBLOT	_		115	7.8014	1.5535	B
27	DALF	_		115	0.8475	1.5535	B

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
28	DTRLOT	_		167	25.0156	1.5535	A
29	Br	_		167	15.3490	1.5535	B
30	FBLOT	_		167	14.1458	1.5535	B
31	DALF	_		167	1.5885	1.5535	C

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter	Group
32	DTRLOT	_		204	2.3937	1.5535	A
33	FBLOT	_		204	0.8822	1.5535	A

34	Br	_	204	0.5661	1.5535	A
35	DALF	_	204	0.5460	1.5535	A

Efecto=MEZCLA*DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
36	DTRLOT	_	262	2.4444	1.5535	A
37	FBLOT	_	262	0.8889	1.5535	A
38	Br	_	262	0.6111	1.5535	A
39	DALF	_	262	0.5556	1.5535	A

Variable dependiente	C.SEMB.DÍA			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	40.6	0.17	0.8445
MEZCLA	3	36.7	11.27	<.0001
AGUA	1	36.7	1.14	0.2919
MEZCLA*AGUA	3	36.7	3.33	0.0300
DÍAS	4	64.6	124.79	<.0001
MEZCLA*DÍAS	12	66.6	4.27	<.0001
AGUA*DÍAS	4	64.6	1.37	0.2535
MEZCLA*AGUA*DÍAS	12	66.6	1.03	0.4369

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
1	DTRLOT	_	_	14.5605	0.9819	A
2	Br	_	_	14.3961	0.9819	A
3	FBLOT	_	_	14.0741	0.9819	A
4	DALF	_	_	7.7622	0.9819	B

Efecto=MEZCLA*AGUA Method=Tukey(P<0.05)

Obs	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
7	FBLOT		0	16.6536	1.3886	A
8	DTRLOT		1	16.2423	1.3886	A
9	Br		0	14.4882	1.3886	AB
10	Br		1	14.3041	1.3886	AB
11	DTRLOT		0	12.8788	1.3886	ABC
12	FBLOT		1	11.4946	1.3886	ABC
13	DALF		0	8.8722	1.3886	BC
14	DALF		1	6.6522	1.3886	C

Efecto=DÍAS Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	DÍAS	Estimador	Error estándar	Letter
15	_		115	27.1817	1.0793	A

16	_	167	23.7982	1.0793	A
17	_	0	8.4924	1.0793	B
18	_	262	2.0139	1.0793	C
19	_	204	2.0050	1.0793	C

Anexo No. 3. Análisis consumo y utilización de forraje total.

Variable dependiente	CON.TOT.				
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	3.09	0.2446	
MEZCLA	3	12	8.22	0.0031	
AGUA	1	2	0.71	0.4892	
MEZCLA*AGUA	3	12	1.26	0.3308	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter	Group
1	Br	_	4902.50	315.06	A	
2	DTRLOT	_	4592.33	315.06	A	
3	FBLLOT	_	4161.67	315.06	AB	
4	DALF	_	2851.00	315.06	B	

Variable dependiente		DISPON.			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	5.23	0.1604	
MEZCLA	3	12	16.52	0.0001	
AGUA	1	2	0.45	0.5703	
MEZCLA*AGUA	3	12	0.70	0.5719	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	Br	_	1719.50	67.2451	A
2	FBLLOT	_	1538.67	67.2451	A
3	DTRLLOT	_	1491.83	67.2451	A
4	DALF	_	1073.17	67.2451	B

Variable dependiente		P.CONNS.GR			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	0.82	0.5481	
MEZCLA	3	12	29.98	<.0001	
AGUA	1	2	9.13	0.0943	
MEZCLA*AGUA	3	12	1.65	0.2301	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter	Group
3	DALF	_	58.9333	3.3125	A	
4	FBLot	_	56.3000	3.3125	A	
5	DTRLOT	_	27.5167	3.3125	B	
6	Br	_	25.7833	3.3125	B	

Variable dependiente P.CON.S.LEG

Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	2	1.98	0.3356
MEZCLA	3	12	44.75	<.0001
AGUA	1	2	1.37	0.3619
MEZCLA*AGUA	3	12	0.19	0.8999

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter	Group
3	DTRLOT	_	52.0167	3.7448	A	
4	Br	_	49.6000	3.7448	A	
5	FBLot	_	27.9333	3.7448	B	
6	DALF	_	4.3000	3.7448	C	

Variable dependiente		P.CON.SEMB			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	3.46	0.2242	
MEZCLA	3	12	10.25	0.0012	
AGUA	1	2	2.86	0.2328	
MEZCLA*AGUA	3	12	3.82	0.0392	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	FBLot	_	84.2500	2.8180	A
2	DTRLot	_	79.5500	2.8180	A
3	Br	_	75.3667	2.8180	A
4	DALF	_	63.2000	2.8180	B

Variable dependiente		UTIL.PROD.			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	0.98	0.5056	
MEZCLA	3	12	11.61	0.0007	
AGUA	1	2	5.02	0.1544	
MEZCLA*AGUA	3	12	2.12	0.1508	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	DTRLOT	_	91.1833	2.5966	A
2	FBLLOT	_	90.2333	2.5966	A
3	Br	_	89.2500	2.5966	A
4	DALF	_	72.6000	2.5966	B

Anexo No.4. Producción de forraje total y por componentes en el período evaluado.

Variable dependiente	C.TOT.			
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	2	4.03	0.1990
MEZCLA	3	12	5.74	0.0113
AGUA	1	2	0.05	0.8505
MEZCLA*AGUA	3	12	1.47	0.2722

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	Br	_	5475.83	295.45	A
2	DTRLOT	_	5031.33	295.45	AB

3	FBLLOT	_	4606.83	295.45	AB
4	DALF	_	3812.67	295.45	B

Variable dependiente	C.GR.SEM.				
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	6.66	0.1306	
MEZCLA	3	12	14.87	0.0002	
AGUA	1	2	14.42	0.0629	
MEZCLA*AGUA	3	12	1.91	0.1819	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	FBLLOT	_	2538.17	147.21	A
2	DALF	_	1827.00	147.21	B
3	Br	_	1385.67	147.21	B
4	DTRLOT	_	1294.50	147.21	B

Variable dependiente	C.LEGUM.				
Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F	
BLOQUE	2	2	0.45	0.6909	
MEZCLA	3	12	30.32	<.0001	
AGUA	1	2	0.47	0.5640	
MEZCLA*AGUA	3	12	0.52	0.6789	

Efecto=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
3	Br	_	2570.17	245.47	A
4	DTRLOT	_	2519.33	245.47	A
5	FBLLOT	_	1266.67	245.47	B
6	DALF	_	136.17	245.47	C

Variable dependiente C.SEMB.

Efecto	DF.	DF.	F.-Valor	Pr.> F
BLOQUE	2	2	0.32	0.7576
MEZCLA	3	12	11.22	0.0009
AGUA	1	2	1.39	0.3602
MEZCLA*AGUA	3	12	1.17	0.3610

Efecto=MEZCLA Method=Tukey(P<0.05)

Obs.	MEZCLA	AGUA	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	Br	_	3955.83	283.68	A
2	DTRLOT	_	3813.83	283.68	A
3	FBLLOT	_	3804.83	283.68	A
4	DALF	_	1963.17	283.68	B