

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CONSTRUCCIÓN DE PRODUCCIÓN DE RAIGRÁS ANUAL EN MEZCLAS

por

Gerardo Raúl DURÉ ROSALES
Juan José FAZZIO HERRÁN
Sebastián PITTIER GARDIL

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Director:
Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zannoniani

.....
Ing. Agr. MSc. Felipe Casalás

.....
Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

.....
Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 29 de setiembre de 2020

Autores:
Gerardo Raúl Duré Rosales

.....
Juan José Fazzio Herrán

.....
Sebastián Pittier Gardil

AGRADECIMIENTOS

A nuestros tutores Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zannoniani, Ing. Agr. MSc. Felipe Casalás, por el apoyo brindado durante todo el proceso de realización de dicha tesis.

Al personal de EEMAC, en particular al equipo de personas que trabaja en el laboratorio número uno y personal de biblioteca.

A nuestras familias, por acompañarnos durante todo el proceso de formación, y permitirnos concretar esta vocación por la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CULTIVOS FORRAJEROS DE ALTA EFICIENCIA.....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO.....	4
2.2.1 <u><i>Lolium multiflorum</i></u>	4
2.2.2 <u><i>Trifolium pratense</i></u>	6
2.3 MEZCLAS FORRAJERAS.....	7
2.3.1 <u>Importancia de las mezclas</u>	7
2.3.2 <u>Componentes de las mezclas</u>	9
2.4 EFECTOS DEL NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE....	10
2.4.2 <u>Implicancias del nitrógeno en la producción de forraje</u>	11
2.5 EFECTOS DEL PASTOREO.....	11
2.5.1 <u>Consideraciones generales</u>	11
2.5.2 <u>Factores que definen el pastoreo</u>	12
2.5.2.1 Frecuencia.....	12
2.5.2.2 Intensidad.....	14
2.5.3 <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla</u>	15
2.5.4 <u>Efectos sobre la fisiología de las plantas</u>	16
2.5.4.1 Efectos sobre el rebrote.....	16
2.5.4.2 Efectos sobre el desarrollo radicular.....	18
2.5.4.3 Efectos sobre la utilización de forraje.....	18

2.5.4.4 Efectos sobre la morfología y estructura.....	19
2.5.4.5 Efectos en la composición botánica de la pastura	21
2.5.4.6 Efectos sobre la persistencia de la pastura.....	22
2.5.4.7 Efectos del pastoreo en la calidad de la pastura.....	24
2.5.5 <u>Efecto del pastoreo sobre la performance animal</u>	25
2.6 PRODUCCIÓN ANIMAL.....	26
2.6.1 <u>Generalidades de la producción animal</u>	26
2.6.2 <u>Relación consumo – disponibilidad – pastura</u>	27
2.6.3 <u>Relación asignación de forraje – consumo</u>	28
2.7 HIPÓTESIS.....	30
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	31
3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES	31
3.1.1 <u>Lugar y período experimental</u>	31
3.1.2 <u>Información meteorológica</u>	31
3.1.3 <u>Descripción del sitio experimental</u>	31
3.1.4 <u>Antecedentes del área experimental</u>	32
3.1.5 <u>Tratamientos</u>	32
3.1.6 <u>Diseño experimental</u>	33
3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	34
3.2.1 <u>Mediciones de las principales variables</u>	34
3.2.1.1 Forraje disponible y rechazable	34
3.2.1.2 Altura de forraje disponible y remanente.....	35
3.2.1.3 Producción de forraje	35
3.2.1.4 Materia seca desaparecida	36
3.2.1.5 Porcentaje de utilización	36
3.2.1.6 Composición botánica.....	36
3.2.1.7 Peso animal	36
3.2.1.8 Ganancia de peso promedio diaria	36
3.2.1.9 Oferta de forraje	36
3.2.1.10 Producción de peso vivo	37

3.3 HIPÓTESIS.....	37
3.3.1 <u>Hipótesis biológica</u>	37
3.3.2 <u>Hipótesis estadístico</u>	37
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
3.4.1 <u>Modelo estadístico</u>	37
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	39
4.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	39
4.2 DISPONIBLE Y REMANENTE PROMEDIO DEL EXPERIMENTO	41
4.3 PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	42
4.4 DESAPARECIDO	44
4.5 PRODUCCIÓN DE FORRAJE ACUMULADA	45
4.6 COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	47
4.7 OFERTA DE FORRAJE	55
4.8 GANANCIA MEDIA DIARIA.....	55
4.8.1 <u>Ganancia en Kg/há</u>	57
5. <u>CONCLUSIONES</u>	58
6. <u>RESUMEN</u>	59
7. <u>SUMMARY</u>	60
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	61
9. <u>ANEXOS</u>	70

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje (kg MS/ha.) por corte y anual, en ensayo INIA e INASE 2016.	5
2. Producción de forraje (kg MS/ha.) anual y acumulada del cv. Estanzuela 116.	7
3. Fechas de ingreso y salidas y los días de duración de cada ciclo.	33
4. Disponible y remanente de los distintos tratamientos.	42
5 Producciones medias según tratamiento.	42
6. Producciones medias según ciclo de pastoreo.	43
7. Kilogramos/ha. de MS desaparecidos según tratamiento.	44
8. Kilogramos/ha. de MS desaparecidos por ciclo de pastoreo.	44
9. Producciones acumuladas en los distintos tratamientos.	45
10. Producción acumulada en evaluación nacional de cultivares por INIA-INASE y la producción acumulada del experimento para cada uno de los raigrases puros respectivamente.	46
11. Producción acumulada promedio de los dos tratamientos del experimento vs. producción acumulada estacional otoño invierno primavera.	47
12. Porcentajes del componente gramíneas y leguminosas de los tratamientos mezclas, para el ciclo de pastoreo uno y cinco.	50
13. Porcentaje de suelo descubierto y carga de los distintos tratamientos	51
14. Porcentaje de suelo descubierto según el ciclo de pastoreo.	52
15. Porcentaje de suelo descubierto en cada ciclo de pastoreo.	53
16. Porcentaje de suelo descubierto de cada tratamiento	53
17. Porcentaje de malezas observado en cada ciclo de pastoreo.	53

18. Porcentaje de malezas en disponible y remanente para cada tratamiento.	54
19. Oferta de forraje según tratamiento.	55
20. Oferta de forraje según ciclo de pastoreo.	55
21. GMD para cada ciclo de pastoreo.....	56
22. GMD para cada tratamiento.	56
23. Producción en Kg/ha.....	57

Figura No.

1. Diseño experimental.	34
2. Registro de precipitaciones durante el ensayo comparadas con la media histórica.....	39
3. Comparación de temperaturas promedio históricas (1961-1990) con las temperaturas promedio del ensayo.	41
4. Curva de distribución de producción.....	46
5. Ciclo de pastoreo 1 (disponible).....	48
6. Ciclo de pastoreo 2 (disponible).....	48
7. Ciclo de pastoreo 3 (disponible).....	49
8. Ciclo de pastoreo 4 (disponible).....	49
9. Ciclo de pastoreo 5 (disponible).....	50

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción pastoril determinan su eficiencia de producción en base a tres procesos básicos; producción de forraje, utilización de este y conversión de lo ingerido en producción secundaria. Para obtener productos secundarios es necesario lograr producciones de forrajes estables o con baja variabilidad a lo largo del año, de manera de que los restantes procesos no se vean limitados por lo primero. Para lograr los objetivos planteados es necesario conjugar las variaciones ambientales inter e intra anuales con el uso de distintas alternativas forrajeras. Sumado a esto los sistemas de producción intensivos se caracterizan por la competencia en el uso del suelo entre el rubro agrícola y pastoril.

El rubro ganadero cuenta con unos 12606 miles de há. (MGAP. DIEA, 2018), las cuales se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad primavera estival y una calidad de forraje variable, por lo que uno de los principales desafíos en los sistemas pastoriles de Uruguay, es superar las limitantes invernales caracterizadas por bajos niveles de recursos ambientales (principalmente radiación solar y temperatura) que lleva a una baja producción de forraje en dicho periodo. La incorporación de especies de tipo anual invernal representa una solución debido a su alta capacidad de crecimiento, alta respuesta al agregado de nutrientes y a su calidad nutricional (Carámbula, 2002). Sin embargo, la elección de la especie y/o cultivar representa un factor de decisión determinante (Zanoniani, 2010) ya que se cuenta con diversos materiales con distintas características en cuanto, a producción de forraje, largo del ciclo, precocidad, etc. La elección de este material determinará el éxito no solo de un rubro pastoril, sino también del cultivo agrícola sucesivo.

En la búsqueda de este éxito, resulta de importancia conocer, las respuestas de las diferentes alternativas forrajeras, tales como, especies puras, como en este caso, *Lolium multiflorum*, de distinto largo de ciclo, y a su vez, este en mezcla con *Trifolium pratense*, como también, su evolución a lo largo de las estaciones del año. Esto brindará resultados que serán de importancia a la hora de decidir entre distintas opciones forrajeras a incluir en el sistema pastoril del predio, para maximizar la producción de forraje y a su vez la producción animal.

Este trabajo de investigación, está integrado en evaluar el resultado de incluir alternativas de mayor o menor duración de años en rotaciones agrícolas/forrajeras. Siendo el período evaluado, el primer año de evaluación que continuará con un cultivo de soja de primera en los verdes de *Lolium multiflorum* y el pastoreo en la pradera bienal que incluye *Trifolium pratense*.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general fue evaluar la producción primaria y secundaria de tres alternativas forrajeras en el periodo otoño invierno primaveral. Evaluar si la utilización de materiales de distintas especies y largos de ciclo complementan la producción de forraje en el período y aumentan la producción de carne.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se planteó estimar las producciones en kg MS/ha de las distintas alternativas forrajeras, sean estas, producción de *Lolium multiflorum* de distinto largo de ciclo, y cada una de éstas en mezcla con *Trifolium pratense*.

Por otra parte, se evaluó la evolución de componentes dentro de la pastura como ser, proporciones de gramíneas, leguminosas y malezas, así como también proporción de suelo descubierto.

Se evaluó la producción animal, dentro de las diferentes alternativas antes mencionadas, medidas como producción individual (kg PV/animal) y producción de peso vivo por hectárea.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTIVOS FORRAJEROS DE ALTA EFICIENCIA

La participación de diferentes especies y/o cultivares actuando como componente complementario, asociados en forma inteligente en el espacio y en el tiempo permiten lograr cultivos forrajeros de alta eficiencia, lo importante es que para lograr este éxito la materia seca debe ser producida de tal forma que permita obtener del producto final, carne, leche, o lana, un alto margen de ganancia por lo tanto es fundamental disponer de forraje en la forma más económica y con técnicas sencillas que promuevan una rentabilidad segura (Carámbula, 2002).

De acuerdo con Carámbula (2002), entre los cultivos propuestos que han demostrado ser exitosos explotando eficientemente el medio ambiente y realizando una mejor utilización de los recursos genéticos, merecen citarse, verdes de invierno, avena-raigrás, cultivos doble propósito, verdes de invierno asociados y verdes de verano asociados.

Todas éstas opciones de cultivo se realizan con mira a elevar la producción, equilibrar la distribución estacional e incrementar la cantidad de materia seca obtenida, haciendo fundamentalmente un mejor uso de la oferta ambiental mediante la especie y cultivar más adecuado.

Carámbula (2002), sostiene que, entre las ventajas más relevantes de estos cultivos deben destacarse, amplia adaptabilidad ambiental, mayor rendimiento total de forraje, mejor distribución del suministro de materia seca (MS) en el periodo productivo, menor porcentaje de lapsos y espacios improductivos, mayor ahorro de tiempo para producir forraje y alta seguridad de éxito.

De acuerdo con Doyle y Elliott (1983), un incremento en la producción de forraje de calidad, como la presentada previamente puede tener varios efectos económicos importantes, como por ejemplo mejoras en el comportamiento individual de los animales, aumento de la dotación por hectárea, reducción en la necesidad de comprar forraje o tener que arrendar pastoreos (Carámbula, 2002).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO

2.2.1 *Lolium multiflorum*

Lolium multiflorum presenta hábito de vida anual, ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento cespitoso. Presenta un rápido establecimiento de plántula. Acepta distintos tipos de suelo, siendo altamente productivo en suelos fértiles. Si bien frente a los cereales presenta poca precocidad otoñal, muestra muy buena entrega de forraje en invierno y primavera, variando su rendimiento según los niveles de fertilidad del suelo. Es de muy alto valor nutritivo y buena apetecibilidad (Carámbula, 2002).

Carámbula (2002), sostiene que, para pastoreo directo *Lolium multiflorum* se ofrece como planta rústica, agresiva y muy macolladora, soportando perfectamente el pisoteo y el diente al ofrecer buen piso y rebrotando rápidamente dado su muy activo proceso de macollaje.

A su vez, también indica que, bajo pastoreo directo, los mejores resultados se logran pastoreando en forma intermitente, con aplicaciones adecuadas de nitrógeno (N) entre pastoreos. En este sentido esta gramínea anual presenta una alta eficiencia en la utilización del nutriente y brinda posibilidades de ser utilizado en pastoreo luego de la aplicación de este nutriente. Cabe destacar que esta pastura manejada con aplicaciones generosas de N, de forma inteligente y distribuidas entre pastoreos, es capaz de ofrecer un forraje tan rico en proteína como cualquier leguminosa.

En cuanto a la época de siembra, se recomienda que sea en otoño temprano, con el objetivo de disponer de forraje lo más temprano posible. A fin de su ciclo semilla en abundancia. Tratándose de plantas anuales su persistencia en la pastura en el caso que sea mezcla se asegura siempre que semille y se auto siembre naturalmente, lo cual sucede con gran facilidad. No obstante, si se dejan florecer y madurar las plantas pierden valor nutritivo, se vuelven toscas y son rechazadas sin excepciones (Carámbula, 2007).

Su valor nutritivo es muy elevado, lo que es muy importante, los parámetros de calidad se encuentran en sus tejidos muy bien equilibrados. A ello debe agregarse su muy alta palatabilidad, probablemente una de las más elevadas de las plantas forrajeras (Carámbula, 2002).

De acuerdo al nivel de ploidía, el cultivar (cv.) HFSS 2016 (nombre comercial: ration) diploide anual *westerwoldicum*, mientras que el cultivar EXP MO

2016 (nombre comercial: montoro) es un tetraploide anual italiano. Los tipos westerwoldicum son más productivos durante el otoño y parte del invierno mientras que los tipos tetraploide italianos producen más desde mediados de invierno en adelante y tienen mayor producción total. Durante la primavera los tipos italianos tienen una mejor relación hoja/tallo y por tanto mejor calidad que los tipos westerwoldicum.

Otra diferencia importante es en cuanto a la flexibilidad de la fecha de siembra: en los tipos westerwoldicum el atraso en la siembra acorta el ciclo productivo mientras que, en los raigrases italianos, las siembras tardías reducen o inhiben la floración dando como resultado pastoreo de muy alta calidad al fin de primavera (Ayala et al., 2010).

Lolium multiflorum, cv. HFSS 2016 (ration), es un raigrás diploide con gran capacidad macolladora, muy buen crecimiento invernal que es recomendado para verdes invernales que requieren liberar la chacra temprano. Además, posee excelente sanidad y gran producción de semilla (Procampo Uy, 2019).

El cv. EXP MO 2016 (montoro), según la evaluación nacional de cultivares año 2016 produjo mayor cantidad de forraje, siendo superior a los cultivares Estanzuela 284 (LE 284) y Winter Star (Procampo uy, 2019).

En cuanto a las producciones de forraje por hectárea y por año de ambos cultivares evaluados, los datos se muestran en el Cuadro No. 1, comparados con el cv. LE 284, cv. más utilizado a nivel nacional.

Cuadro No. 1. Producción de forraje (kg MS/ha) por corte y anual, en ensayo INIA e INASE 2016

Cultivar	Cortes							TOTAL
	25- may.	08- jun.	13- jul.	08- ago.	11- sep.	11- oct.	11- nov.	
LE 284 (kgMS/ha)	889	957	203 0	124 5	199 6	496	0	7570
HFSS 2016 (kgMS/ha)	933	833	160 4	138 2	275 4	784	793	9050
EXP MO 2016 (KgMS/ha)	622	593	146 2	132 0	281 4	216 8	172 6	10705

Fuente: elaborado en base a INIA e INASE (2016).

2.2.2 *Trifolium pratense*

Es una leguminosa que presenta hábito de vida bianual y ciclo de producción invernal, de porte erecto. Requiere de suelos promedialmente fértiles de texturas medias a pesadas con buena profundidad, pero bien drenados. Además, presenta muy buen vigor inicial y rápido establecimiento, tolerando de buena forma el sombreado por lo tanto es apropiado para siembras asociadas. Presenta alta producción otoño-invierno-primaveral, con posibilidad de producción estival en veranos húmedos.

Posee alto valor nutritivo, principalmente en estado vegetativo; admite pastoreos intensos, pero poco frecuentes, aunque defoliaciones severas y frecuentes reducen su productividad. Posee también alta capacidad fijadora de N y buena semillazón.

Debe sembrarse temprano en el otoño dado que son plantas sensibles al frío. En siembras óptimas, compiten fuertemente con otros pastos y leguminosas, particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y producen altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes las cuales normalmente no son productivas en su primer año y principios del segundo (Carámbula, 2002).

Muslera y Ratera, citados por Carámbula (2002) sostienen que, para pastoreos siempre se recomienda sembrarlo asociarlo a una gramínea como *Lolium multiflorum*. De esta manera se controla mejor el alto poder meteorizante de esta especie, así como también su actividad estrogénica, como consecuencia de su riqueza en isoflavonas.

Trifolium pratense cv. Estanzuela 116 proviene de una selección sobre materiales introducidos desde Nueva Zelanda, es un cultivar diploide, de porte erecto a semierecto, de floración temprana, bianual, sin latencia invernal, susceptible a podredumbres radiculares. Posee una destacada precocidad y alta producción total e invernal. Su vida productiva es de dos años, recomendándose para rotaciones cortas que requieran altas producciones en corto tiempo.

A su vez Estanzuela 116 posee alta precocidad y destacada producción total e invernal, característica que lo diferencia de los cultivares con latencia, su pico de máxima producción se presenta en noviembre, su vida productiva es de dos años con eventuales aportes de forraje en la tercera primavera (Ayala et al., 2010).

En cuanto a la producción de forraje por hectárea y por año, se presentan los datos en el Cuadro No. 2.

Cuadro No. 2. Producción de forraje (kg MS/há) anual y acumulada del cv. Estandzuela 116

Cultivar	1 ^{er} . año - 2014	2 ^o . año – 2015
	1 a 4 cortes	5 a 10 cortes
Estandzuela 116 (kg MS/há)	10587	12875

Fuente: elaborado en base a INIA e INASE (2015).

2.3 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial integrada por varias especies con diferentes características morfofisiológicas. Como resultado de esta asociación y de los atributos individuales de cada especie, se produce un proceso complejo de interferencias que puede tener los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último ninguna interferencia (Carámbula, 2002).

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

2.3.1 Importancia de las mezclas

Diferentes autores sostienen que las utilizaciones de mezclas no superarían en rendimiento a lo que lograrían los mismos cultivos sembrados puros (Rhodes, citado por Carámbula, 2002).

Otros afirman que la combinación de especies forrajeras debería ser más eficiente para el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Carámbula, 2002).

Por otra parte, otro grupo de autores encabezado por Van der Bergh, citado por Harris y Lazenby (1974), sostienen que las condiciones necesarias para que una mezcla simple rinda más que sus dos componentes por separado, debería estar compuesta por especies de diferente ciclo de producción de tal manera que se superpongan lo menos posible, con el objetivo de minimizar la competencia entre ambos componentes de la mezcla.

Lo ideal para definir una mezcla deben ser especies que permitan una mejor explotación del medio ambiente en su totalidad, con gramíneas de alto potencial de rendimiento y leguminosas de la más alta capacidad nitrificadora (Carámbula, 2002).

A medida que se han profundizado los conocimientos sobre ambas familias, se ha llegado a la conclusión de que una mezcla de ellas podría componer una pastura ideal para alimentar el ganado de la forma más conveniente, tanto técnica como económica. De ahí que uno de los objetivos más importantes de la producción de forraje mediante pasturas mixtas, sea obtener de éstas los máximos rendimientos de MS por hectárea explotando al mismo tiempo de forma eficiente las principales bondades que presentan ambas familias en beneficio de la producción animal (Carámbula, 2002).

A su vez, la necesidad de que las pasturas deba estar formada por especies de ambas familias tienen varias razones, ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura y por consiguiente con la mezcla mixta ambas se complementan de manera más productiva y rentable (Carámbula, 2002).

Las mezclas que comprenden gramíneas y leguminosas presentan una serie de características de gran importancia. En primer término, se puede afirmar que, en las mezclas, las especies pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, manteniendo no solamente de forma más homogénea los rendimientos en ciertas épocas del año, sino también alargando el periodo de productividad de la pastura y confiriéndole a la vez una mayor flexibilidad en su utilización (Blaser et al., 1952)

Herriott, citado por Carámbula (2002), indica que los animales que pastorean en mezclas, presentan un mayor consumo que cuando las mismas especies se encuentran en siembras puras, mostrando una mayor aceptabilidad por el forraje. Al mismo tiempo se evitan problemas nutricionales y fisiológicos: meteorismo (leguminosas puras) e hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (gramíneas puras). Por último un buen porcentaje de leguminosas uniformiza la materia seca digestible a lo largo de un lapso más amplio, estimulando de esta manera las producciones animales.

2.3.2 Componentes de las mezclas

Para definir el uso de determinada especie o cultivar que se desea utilizar en la mezcla, va a depender de la necesidad que tenga el sistema, por ejemplo, necesidad de forraje en cierta época del año, que sea temporaria o permanente, que este incluida en una rotación corta o larga, necesidad de generar reservas del sistema (fardos, ensilaje), como también la necesidad dependiendo del sistema de producción de carne, lana o leche (Carámbula, 2002). A su vez, sostiene que, cualquiera de las situaciones anteriores limita la composición de la mezcla forrajera apropiada, en el caso particular de ser necesaria una pradera de corta duración, se deberá establecer utilizando leguminosas con rápido vigor inicial y poca precocidad, como lo es el trébol rojo, como contraposición no se deberían utilizar especies de larga duración y lento establecimiento como ser *Lotus corniculatus* o *Trifolium repens*. Del mismo modo, el autor destaca que, por un lado, una pastura alta en proteína y baja en carbohidratos solubles favorecerá la producción de leche y el engorde de corderos debido a sus exigencias nutricionales, por otra parte, forrajes de pasturas maduras ofrecen una mejor posibilidad para la producción de carne vacuna.

Carámbula (2002), sostiene que, la gramínea como componente principal de la pastura aporta productividad sostenida por muchos años (en caso que sea perenne), adaptabilidad a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, permite explotar el nitrógeno fijado simbióticamente, baja sensibilidad al pastoreo y corte, poca susceptibilidad a enfermedades y plagas y baja vulnerabilidad a invasión de malezas.

La leguminosa se ofrece como dadora de N a las gramíneas, poseedora de alto valor nutritivo para completar la dieta animal y promotora de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como degradados por un mal manejo. Como mezcla ideal se acepta entre un 60-70% del componente gramínea, entre un 20-30% de leguminosas y un 10% de malezas (Carámbula, 2002).

Cabe aclarar que, en algunas oportunidades, incluir el raigrás anual en mezcla con leguminosas como trébol rojo, controla la dominancia de éstas durante el primer año o años sucesivos, especialmente cuando las condiciones ambientales o de fertilidad impiden un buen crecimiento de la gramínea perenne (Bautés et al., citados por Carámbula, 2002).

2.4 EFECTOS DEL NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

De acuerdo con Baethgen (1994), el nitrógeno es el nutriente que comúnmente limita la productividad en sistemas agrícolas, como agrícola-ganaderos y ganaderos existentes en el mundo.

Por lo dicho anteriormente, en sistemas intensivos debido a la necesidad de altas producciones de forraje se requiere utilizar N artificial, acarreado con esto altos costos de producción, por el contrario, en sistemas extensivos la producción forrajera debe basarse en la utilización de bajos insumos, por tanto, la utilización de especies leguminosas se convierte en una herramienta para lograr dicho objetivo (Carámbula, 2002).

Asimismo, Carámbula (2002), asegura que, la disponibilidad de fósforo es una de las principales llaves para resolver la disponibilidad del nitrógeno, a través del efecto beneficioso del crecimiento de las leguminosas, también contribuye a lograr una mejor eficiencia de uso del N aportado por ellas y al N agregado vía fertilización a las gramíneas asociadas.

Las principales fuentes de N que utilizan las pasturas son provenientes de:

- Reciclaje por mineralización del suelo y residuos vegetales y animales.
- Aplicación de fertilizantes nitrogenados.
- Asociación con leguminosas.

Las cantidades de nitrógeno producidas a través de las bacterias nitrificadoras de los residuos vegetales y animales alcanza aproximadamente a 50 kg N/año (Walker et al., Green y Cowling, citados por Carámbula, 2002). Ninguno de los procesos anteriores, alcanzan para reponer el N extraído del suelo, esto provoca que, sin el agregado de N, no se permita acercarse al potencial de producción de las pasturas.

El nitrógeno fijado de la atmósfera, mediante el proceso de simbiosis, queda disponible para la pastura por diferentes vías, una de éstas es la excreción directa de los nódulos cuando debido a condiciones ambientales favorables la tasa de fijación de nitrógeno excede la tasa de síntesis de proteína por parte de la leguminosa, por lo tanto, esa fijación de nitrógeno en exceso, es exudado.

La descomposición de raíces y nódulos es otra de las vías de llegada de N al suelo, ya sea por la muerte de plantas en especies anuales, o por cambios provocados en la relación parte aérea/subterránea debido a cortes o pastoreos,

esta defoliación provoca descenso en la disponibilidad de carbohidratos hacia los nódulos, provocando su muerte.

2.4.2 Implicancias del nitrógeno en la producción de forraje

En las condiciones promedio del Uruguay, la utilización de este nutriente, es considerada como una herramienta de manejo para modificar la distribución de forraje a lo largo del año, cubriendo ciertos momentos de deficiencia forrajera.

El uso de este nutriente permite obtener altos rendimientos de MS en diferentes épocas, sino que, además. Promueve un crecimiento más temprano, logrando pastoreos anticipados (Van Burgh, 1960), prolongar períodos de crecimiento (Cowling 1961, Bautés y Zarza 1974). Promover una distribución más ajustada del forraje con los requerimientos de los animales (Carter y Scholl, Cowling y Lockyer, Kaltofen et al., Wolton y Brockman, citados por Carámbula, 2002).

En casos donde no se puede aumentar el área de producción, la inclusión de este nutriente permite incrementar la disponibilidad de forraje sin aumentar la superficie de pastura. Se debe tener en cuenta que, tanto la fertilización nitrogenada como el aumento de la materia orgánica son causas de la acidificación del suelo, cuando se utilizan altas dosis de fertilizante, durante periodos prolongados (Carámbula, 2002).

Según Mulder (1952), para producir 10.000 kg/MS, son necesarios dosis de 300 kg/N/ha. éstas dosis deben ser provistas de la forma más eficiente y económica posible.

Por otra parte, García et al. (1994), determinaron que por cada tonelada de materia seca (ms.) producida por una leguminosa se fijan alrededor de 30 kg/N.

2.5 EFECTOS DEL PASTOREO

2.5.1 Consideraciones generales

Según Smethan (1981a), existen dos principales objetivos para un buen manejo del pastoreo, uno de ellos es producir la máxima cantidad de forraje y con su mayor calidad posible, de modo de brindar una dieta adecuada para los animales en pastoreo. El segundo objetivo se basa en asegurar que la máxima producción primaria sea consumida por dichos animales. Se debe considerar que

el primer objetivo es fácil de alcanzar, mientras que para el segundo se requiere de hacer un uso lo más eficientemente posible del forraje producido.

Por lo anterior, Langer (1981) afirma que un buen manejo del pastoreo implica, el manejo eficiente de dos sistemas biológicos, como son las pasturas y los animales, los cuales son diferentes entre sí, pero están relacionados, con esto el objetivo es hacer el mejor uso del forraje producido, sin perjudicar la persistencia productiva de la pastura.

Carámbula (2004), sostiene que, en pastoreo directo, significa que el animal consume el forraje, en el mismo lugar y momento que este se encuentra en activo crecimiento, el cual resultará de una mejora gradual del suelo y por tanto de la pastura, al ganar ésta en vigor y valor nutritivo.

Por otra parte López (1987), sostiene que el beneficio del animal en pastoreo, no siempre es mutuo, pastura – animal, debido a que un mal manejo del pastoreo, podría traer consigo efectos del pastoreo, que puedan deteriorar la pastura.

Según Gastal et al. (2004), la defoliación es caracterizada por la intensidad y frecuencia con que se realice, y consiste en la remoción de parte de los órganos aéreos de las plantas, sus hojas y tallos. En otras instancias, el momento de defoliación debe ser definido por otros parámetros, como ser la homogeneidad o heterogeneidad espacial del cultivo, así como también es de considerar el estado de desarrollo, particularmente, la iniciación floral.

2.5.2 Factores que definen el pastoreo

Bajo pastoreo la producción total anual estacional de una pastura está determinada por dos factores con efectos opuestos, uno de ellos es la frecuencia o número de pastoreos, y el otro es la intensidad, el cual hace referencia al rendimiento de cada uno de los pastoreos o cortes (Harris, 1978).

2.5.2.1 Frecuencia

Las diferentes pasturas presentan estaciones de crecimiento limitadas, a las especies que la componen, cuanto mayor es el número de cortes o pastoreos, el tiempo de crecimiento entre dos pastoreos será menor. Se sabe que cuando el periodo entre dos cosechas es menor también lo será la producción de forraje

(Jaques y Edmond, Chamblee et al., Peterson y Hogan, Parsons y Davis, citados por Carámbula, 2004).

“En tapices pastoreados intermitentemente la frecuencia de defoliación de hojas individuales está principalmente determinada por la duración del intervalo entre dos períodos sucesivos de pastoreo, lo cual es una característica del sistema de manejo del pastoreo” (Lemaire, 1997).

Otra forma de manejar la frecuencia de pastoreo es mediante la altura del forraje disponible al comenzar el pastoreo. Para Hodgson, citado por Carámbula (2004), la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

El intervalo entre pastoreos se puede determinar por el momento del ciclo de rebrote en que se encuentra, según el número de hojas por macollo. Según Fulkerson y Slack (1995) el estado de 1 hoja en *Lolium perenne* es mínimo recomendado para pastorear. Esto complementa el uso del estado de 3 hojas como un indicador del intervalo máximo entre pastoreos. De esta manera, el número de hojas puede ser un criterio conveniente para determinar el momento apropiado para pastorear, ya que se basa en el desarrollo morfológico, el cual integra muchas variables ambientales y de manejo.

Según Carámbula (2002), a medida que se aumenta progresivamente la frecuencia de defoliación, medida en términos de acumulación de forraje, se observan progresivamente disminuciones en la capacidad para producir forraje.

Para el caso de *Trifolium pratense*, se dan disminuciones del 55% de producción cuando se realiza un manejo frecuente de la defoliación, esto explicado por su hábito de crecimiento erecto (Formoso, 1996).

En pasturas con IAF óptimos bajos, como las dominadas por tréboles, es posible realizar un aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes (IAF 3) que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF 5) o por gramíneas erectas (IAF entre 9 y 10, Brougham, 1956).

Lolium perenne manejado a una intensidad de corte de 5 cm cada 2 semanas, el intervalo entre defoliaciones resulta tan corto que no permite reponer las reservas de carbohidratos ubicadas en raíces y pseudotallos, las cuales son necesarias para el rebrote, debido a que el área foliar aún no alcanzó su óptimo (Matthews et al., citados por Velasco et al., 2005).

La frecuencia de utilización dependerá de las especies que componen la pastura, y de la época del año en que se realice la utilización de este forraje, la longitud del periodo de crecimiento está determinada por la velocidad con que la pastura alcance el volumen óptimo de forraje, denominado, IAF óptimo (Carámbula, 2004).

“Dada la dificultad para determinar en la practica el IAF óptimo para cada pastura y los inconvenientes para llegar al mismo bajo pastoreo, es posible que con alturas de alrededor de 25cm se pueden realizar en general un buen aprovechamiento del forraje producido, ya que, a esa altura, normalmente la pastura se encuentra en plena etapa de crecimiento intermedio, osea en el tramo de crecimiento y rebrote rápido” (Carámbula, 2004).

2.5.2.2 Intensidad

La intensidad de pastoreo es considerada la principal determinante de las variables morfogénicas que influyen el tamaño de hoja y la densidad de macollos, en consecuencia, el índice de área foliar (Nabinger, 1996).

De acuerdo con Carámbula (2004), la intensidad se refiere a el rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha) el mismo está dado por el remanente que se deja al retirar los animales, lo que no solo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el próximo rebrote y por ende la producción total de la pastura, cabe mencionar que, la mayor intensidad tiene efecto positivo en la cantidad de forraje cosechado, pero esto afecta de forma negativa la producción de forraje siguiente.

Carámbula (2004) sostiene que, en todos los casos es muy importante, que el remanente dejado sea eficiente, para que esto ocurra se deben dejar hojas nuevas con un porcentaje mínimo de mortandad lo cual compensará de forma temporal eventuales IAF bajos.

La intensidad del pastoreo afecta el número de plantas, el número de macollos y en particular el peso de los mismos (Grant et al., Hogdson, Fulkerson y Slack, Saldanha et al., 2010).

De acuerdo con Carámbula (2004), cada especie posee una altura mínima a la cual es recomendable dejar el remanente para no afectar el crecimiento posterior. Como recomendación general, las especies prostradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no hacerlo así se puede causar daños graves en la pastura.

2.5.3 Efectos sobre las especies que componen la mezcla

Los sistemas de rotación de pasturas mantienen a las plantas en un estado de crecimiento activo cuando se los compara con el pastoreo continuo. Además, disminuye la selección del pasto, permitiendo un pastoreo más parejo con el posterior crecimiento uniforme de las parcelas. Cabe señalar que la calidad del forraje difiere en diferentes estratos del pasto, especialmente en las leguminosas en menor medida en las gramíneas (The Stockman Farmer, 2000).

Son distintos los efectos causados por las defoliaciones entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz por la disposición característica de sus hojas, lo que les permite recuperarse más rápidamente a este disturbio que las gramíneas. Por su parte dentro de las gramíneas es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos de hábito de crecimiento postrados y erectos. Se puede afirmar que las gramíneas de porte erecto presentan un mayor rendimiento de forraje con manejos más aliviados, ya que las de porte postrado llegan antes a su IAF óptimo, pero con menor cantidad de forraje (Carámbula, 2004).

Con manejos de pastoreo aliviado, el área foliar remanente está constituida principalmente por hojas viejas, por lo que su valor como área fotosintéticamente activa es muy bajo. Esto es importante especialmente en gramíneas con poco desarrollo de nuevos macollos, donde la mayoría de las hojas jóvenes se encuentran en el estrato superior de la pastura (Pearce et al., 1965).

Cuando se da remoción por pastoreo de los tejidos meristemáticos, se genera un retraso en el restablecimiento del área foliar dado que el rebrote deberá realizarse a partir de las yemas axilares (Briske, citado por Cullen et al., 2006).

El pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran una pastura. Esta incidencia va a depender básicamente de la especie animal y de la capacidad de carga que soporte la misma (Brancato et al., 2004)

Los máximos rendimientos anuales de forraje se lograrían dejando crecer a las pasturas, en forma ininterrumpida y cosechando inmediatamente antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. De esta forma se logra que la pastura crezca a una tasa máxima durante el máximo tiempo posible (Langer, 1981).

2.5.4 Efectos sobre la fisiología de las plantas

La producción foliar es un proceso continuo, regulado por variables ambientales y características del estado de la pastura. La frecuencia e intensidad de defoliación afectan la fisiología de las plantas, debido a su efecto en la producción de nuevas hojas. Por lo tanto, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar de los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

La defoliación determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y por lo tanto del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). Ante éstas defoliaciones las plantas reaccionan redistribuyendo fotoasimilados a diferentes partes de la misma, por un sistema “central de regulación” (Chapin, citado por Formoso, 1996).

Luego de una defoliación la mayor prioridad apunta a maximizar la velocidad de rebrote utilizando eficientemente la energía remanente post – defoliación, a los efectos de restablecer lo más rápidamente un balance positivo de fijación de energía (Chapin et al., Richards, citados por Formoso, 1996).

Simpson y Culvenor, citados por Formoso (1996) afirman que, una vez alcanzado un tamaño y actividad que posibilita la producción de máximas tasas de incremento de materia seca aérea, se llega al índice de área foliar óptimo, el cual permite interceptar el 95 % de la radiación fotosintéticamente activa.

2.5.4.1 Efectos sobre el rebrote

Según Blaser y Brown, citados por Langer (1981), luego del corte, el rebrote depende de la interacción entre los carbohidratos de reserva en la planta y el área foliar del rastrojo residual.

El rebrote de las pasturas dependerá de la eliminación o no del meristema apical, del nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente, del área foliar remanente y de su eficiencia fotosintética (Escuder, 1996).

En pasturas manejadas racionalmente, generalmente el rebrote es proporcional al área foliar presente luego del pastoreo, la pérdida de hojas representa una pérdida de área foliar fácilmente recuperable (Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula, 2004). Cuanto más eficiente sea la cantidad de área foliar remanente, menor será el período de retraso en la producción de forraje (Brougham, 1956).

Luego del pastoreo, la fotosíntesis puede aumentar rápidamente al expandirse las nuevas hojas, pero puede existir un retraso antes de que se dé un aumento en la tasa de senescencia foliar, lo que daría como resultado una mayor duración del área foliar del rebrote (Hunt et al., citados por Parsons y Penning, 1988).

Luego de que las plantas son defoliadas, el rebrote comienza nuevamente a partir de hojas residuales y carbohidratos de reserva, las que proveen energía al mismo (The Stockman Farmer, 2000). Luego de cubrir los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos, nuevamente comienza la acumulación de reservas en los tejidos (Carámbula, 2004).

Con manejos del pastoreo rotativo, manteniendo reservas adecuadas de carbohidratos en las raíces y una adecuada área de hojas remanentes luego del pastoreo, darán como resultado máximas tasas de crecimiento posteriores (The Stockman Farmer, 2000).

Luego de una defoliación, la primera hoja en expandirse, en una primera etapa, actúa de fosa de carbohidratos solubles y luego como fuente cuando se ha expandido completamente, aportando a las siguientes hojas en expansión. De esta afirmación se desprende que el peor momento para pastorear sería antes de la expansión completa de la primera hoja ya que se daría la primera etapa de consumo de las reservas, pero no habría una reposición posterior de las mismas (Fulkerson y Slack, 1995)

Si el IAF remanente permite a las plantas y a la pastura quedar en una situación de equilibrio fotosíntesis y respiración, el rebrote se iniciará sin dificultades y sin la necesidad de tener que recurrir a sustancias de reserva. Es decir, que de acuerdo al remanente que se dejó luego del pastoreo, y la calidad del mismo las plantas tendrán que utilizar o no, sustancias de reservas de órganos subterráneos (Jaques, citado por Carámbula, 2004).

Dejando áreas foliares apropiadas luego de los pastoreos, se logra mantener niveles adecuados de reservas, y promover las mismas antes de los períodos de latencia, otro concepto es demorar la defoliación al rebrotar las plantas después de períodos de estrés (Vallentine, 1990).

A su vez Carámbula (2004) sostiene que, a igual área foliar remanente, las leguminosas pueden interceptar mayor radiación solar que las gramíneas, esto debido a la disposición de sus hojas, permitiéndoles a las primeras, recuperarse más fácilmente. Sin embargo, entre gramíneas, se pueden encontrar diferencias entre especies de porte erecto y postrado.

2.5.4.2 Efectos sobre el desarrollo radicular

“Para que las pasturas ofrezcan una alta producción es necesario, entre otros factores, que ellas cuenten con sistemas radiculares adecuados que le permitan expresar un verdadero potencial, particularmente en épocas críticas de déficits hídricos y sequía” (Carámbula, 2004). Por lo tanto, el mismo autor, sostiene que, luego de cada corte o pastoreo, una gran parte de los sistemas radiculares de las pasturas muere, y con ellas, en las leguminosas, también muere un importante número de nódulos, esto sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por el sistema aéreo, al ser esta eliminada por el pastoreo.

Por lo anterior, Carámbula (2004) señala que, cuanto más intenso haya sido el pastoreo en invierno y principios de primavera, menor será la eficiencia y rapidez con la que se produzca el proceso de crecimiento de los sistemas radiculares. Cabe recordar, que el sobrepastoreo de invierno, compromete el crecimiento de las raíces a fines de esta estación, al impedir la previa acumulación de reservas.

Un sistema radicular, con menor desarrollo, que resulta de pastoreos frecuentes, presumiblemente pondría a las plantas en riesgo de ser arrancadas por los animales durante el pastoreo (Thom et al., citados por Donaghy y Fulkerson, 1998).

Según Edmond, citado por Carámbula (2004), el sobrepastoreo en invierno contribuye a alterar aún más el microambiente, a través del pisoteo, el cual no solo afecta la parte aérea de las plantas sino también el sistema radicular de las mismas, mediante el compactado excesivo provocado por el pisoteo, esto genera una menor aireación y velocidad de infiltración del agua.

Desde una perspectiva del manejo del pastoreo, al defoliar en el estado de 3 hojas por macolla y dejando un remanente de alrededor de 50 mm de altura, se optimiza la persistencia y la productividad del raigrás perenne. Al pastorear de esta manera en vez de en forma más frecuente e intensa, ocurre una más rápida recuperación del nivel de carbohidratos solubles, una mayor proporción de los mismos es destinada a mantener un sistema radicular activo y se favorece el macollaje (Donaghy y Fulkerson, 1998).

2.5.4.3 Efectos sobre la utilización de forraje

La utilización de las pasturas hace referencia a una forma de defoliación ya sea bajo corte o pastoreo. Esta cosecha puede ocurrir varias veces en el año,

esto significa perder casi la totalidad de la superficie foliar interceptora de luz. Consecuencia de lo anterior, la producción dependerá estrechamente del rebrote y de los factores que lo afecten (Davies, 1988).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma. Entre intervalos de defoliación que superen a la vida media foliar, va a ocurrir una mayor pérdida por senescencia del material verde y la diferencia entre la producción primaria y la cosechable aumenta. Por esto, la frecuencia y severidad de defoliación con la que se maneja la pastura, interactúan con la morfogénesis y las características estructurales de esta, logrando así determinar la fracción cosechable de la misma. Esto permite establecer estrategias de pastoreo, considerando el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo, y teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular (Chapman y Lemaire, 1993).

En un sistema de pastoreo rotacional, el intervalo entre defoliaciones está determinado por el período de descanso. Si este período de descanso es más corto que la vida media de las hojas de las especies, la eficiencia de utilización del forraje será óptima, de lo contrario, de ser más largo, una proporción de tejido foliar llegará a la etapa de senescencia antes de la siguiente defoliación, y la eficiencia de utilización disminuirá (Gastal et al., 2004). Con IAF altos, baja la productividad neta y la utilización del forraje, ya que el consumo disminuye por la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004).

Un aumento en la presión de pastoreo, trae consigo un incremento en la eficiencia de cosecha del forraje, esto implica una disminución en el IAF, bajando la eficiencia de producción de forraje, a causa de la menor intercepción de luz (Smethan, 1981a).

Para lograr la máxima producción de forraje no es recomendable realizar defoliaciones severas que reduzcan el crecimiento de forraje, pero deben ser intensas como para lograr una alta eficiencia de cosecha, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

2.5.4.4 Efectos sobre la morfología y estructura

La morfología de las plantas se ve modificada por efectos del pastoreo. El grado de modificación de las mismas depende básicamente de la especie animal y la carga a la cual es sometida la pastura. Por otro lado, el efecto de la defoliación no es significativo cuando ésta se genera en la lámina de la hoja, pero se aprecia una disminución en el largo de las mismas cuando son defoliadas a nivel de su vaina (Grant et al., 1981).

En algunas gramíneas como el pasto ovillo o la cebadilla, defoliaciones severas son perjudiciales, por afectar la mayor parte de las reservas que se encuentran ubicadas en la base de las vainas o pseudotallo. Para el caso de raigrás, la producción neta no se ve afectada debido a que existe una relación inversa entre el peso y tamaño de los macollos, lo que les permite alterar su estructura (Escuder, 1996).

“Existen diferencias entre especies en el requerimiento de un intervalo entre corte o periodo de pastoreo, y esto posiblemente, puede deberse a la mayor facilidad que tienen algunas especies de reaprovisionar sus reservas. Una de las causas de la superioridad y utilidad del raigrás es que, mientras el rendimiento total se deprime un poco mediante un pastoreo continuo comparado con un pastoreo intermitente o con corte, no se deprime tanto en el raigrás como en la mayoría de las demás gramíneas.” (Langer, 1981).

En ausencia de un periodo de descanso adecuado, la producción de *Phalaris tuberosa* y de la festuca alta disminuyó más de un 50 % mientras que la del raigrás disminuyó solo en un 25 %. Este comportamiento está relacionado a diferencia genéticas en la velocidad de macollaje que presenta cada especie de planta. Según Mitchell, citado por Langer (1981) el desarrollo de nuevos macollos en raigrás es más rápido que el ocurrido en el pasto ovillo.

Mediante defoliaciones severas, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares se reducen drásticamente, causando un aumento en la mortandad de plantas (Hay y Newton, citados por Olmos, 2004).

Mediante el uso más intenso y frecuente de las pasturas se produce un aumento en la tasa de macollaje, consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea las plantas, esto permite un cambio en la cantidad y la calidad de la luz que llega a la base de las plantas favoreciendo la aparición de macollos (Voisin y Younger, citados por Brancato et al., 2004).

Las gramíneas de porte erecto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo debido a una mayor disponibilidad de forraje en los estratos superiores. Por otra parte, no se encontraron diferencias a las distintas presiones de pastoreo para las especies postradas dado que éstas se encuentran adaptadas a diferentes tipos de manejo. Para alta presión de pastoreo el 87% de la materia seca se encontró en estratos inferiores de la canópia 0 a 5 cm, mientras que para baja presión solo un 67% de la misma se encontraba en estratos inferiores (Avendaño et al., 1986).

2.5.4.5 Efectos en la composición botánica de la pastura

Varios estudios han concluido que las distintas frecuencias e intensidades de pastoreo, presentan cierto efecto en la respuesta de las pasturas, en términos de composición botánica y densidad de las plantas (Heitschmidt, 1987).

Carámbula (2004), afirma que, en la gran mayoría de los predios gran parte de las pasturas se encuentran botánicamente desequilibradas, esto genera pérdida de producción de forraje y disminución de la producción animal. Generalmente en los primeros años de vida en las pasturas dominan las leguminosas, posteriormente éstas se van perdiendo y la pastura comienza a ser dominada por las gramíneas.

Cuando la composición botánica es modificada, la distribución de la producción a lo largo del año se ve alterada, pero la producción total anual tiene menor variación (Escuder, 1996).

A su vez, Carámbula (2004) sostiene que, en manejos del pastoreo poco frecuente las gramíneas ejercen una fuerte competencia por luz sobre las leguminosas en especial en la estación de primavera, en el invierno esta situación se revierte y la escases de luz favorece a la leguminosa transformándose en una limitante para las gramíneas, de no considerarse lo anterior llevaría a cambios en la constitución de la pastura.

“Los períodos de descanso prolongados y un crecimiento vigoroso de la gramínea producen mayores rendimientos de materia seca, pero deprimen a los tréboles más que los períodos de descanso más cortos” (Langer, 1981).

Según Harvis y Brougham, citados por Carámbula (2004), el manejo del pastoreo puede hacer variar las proporciones de las distintas forrajeras en la composición botánica favoreciendo erectas o postradas según la intensidad a la que se realice la defoliación.

“En pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas se entremezclan en forma compleja ambas modalidades y un manejo eficiente de la luz a través de la defoliación, puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que constituyen la pastura. Así, si bien con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, en general éstas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliación poco frecuentes” (Carámbula, 2004).

Carámbula (2004) remarca que, la fertilidad y defoliación actúan en forma conjunta, se puede afirmar que pastoreos frecuentes y dosis baja de nitrógeno impiden la disminución de la población de leguminosas de una pradera, mientras que pastoreos poco intensos y dosis altas de nitrógeno provocan la disminución de especies de leguminosas en las mezclas ya que éstas pasan a ser dominadas por las gramíneas.

Se puede afirmar que la caída en la productividad y el deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es el resultado de manejos incorrectos. También se debe de prestar atención a interacciones entre manejo realizado y fertilizante aplicado, en el mantenimiento o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura (Jones, citado por Carámbula, 2004).

Barthram et al. (1999) aseguran que los cambios en la composición botánica debidas a alteraciones en el manejo ocurren lentamente, mientras que cambios en la estructura vertical de la pradera son visibles en menor tiempo.

Según lo expresado por Carámbula (2004), mediante el manejo de defoliación es posible controlar el balance de especies de una pastura mixta a través de modificaciones ejercidas con el pastoreo, ya sea en la utilización de luz como en la movilización de nitrógeno a través de las deyecciones. De esta forma el pastoreo favorecerá o no a las distintas especies de acuerdo con la intensidad y el momento en que se aplique.

2.5.4.6 Efectos sobre la persistencia de la pastura

La falta de persistencia es consecuencia de la desaparición de las especies perennes sembradas básicamente las leguminosas, mientras que en las gramíneas su población permanece poco variable, aunque disminuyendo su aporte en rendimiento a medida que aumenta la edad de la pastura. La desaparición de las leguminosas genera espacios que serán ocupados progresivamente por gramíneas ordinarias anuales (Carámbula, 2002).

El sometimiento de una pastura a un pastoreo intenso en el momento de máximo crecimiento de cualquier especie en la primavera, deprime a esta especie en comparación con el resto de la pastura. Esto está asociado a su vez, a la tolerancia de las especies al pastoreo y pisoteo (Langer, 1981).

Cuando la movilización desde órganos aéreos es insuficiente, puede ocurrir movilización de asimilados desde la raíz, principalmente de compuestos nitrogenados (Gastal et al., 2004). Esta movilización puede provocar una

disminución o el cese del crecimiento de la raíz, y puede en algunos casos provocar la muerte de la raíz (Richards, citado por Gastal et al., 2004).

De acuerdo con Hay y Hunt (1989), si la defoliación causada por los animales en pastoreo se realiza según lo recomendado para cada especie y circunstancia, este no generaría inconvenientes serios por sí mismo. Pero por el contrario este trae consigo factores asociados que podrían ser los causantes de la degradación de pasturas. Estos efectos son la compactación que causan reducciones en los rendimientos y afecta de forma directa el crecimiento radicular y, por otra parte, la desagregación trae consigo pérdida por erosión de los suelos (Carámbula, 2004).

Camlin (1981), afirma que el momento y frecuencia de defoliación afectan la habilidad competitiva del raigrás, por lo tanto, afectarán su persistencia.

El pastoreo interacciona en forma compleja con los factores ambientales dominantes y con las especies que integran la pastura. Cuando existen altas temperaturas y sequías, se debe de prestar mucha atención al manejo para no perjudicar dicha persistencia. Por otra parte, cuando las presiones ambientales son bajas y por ende se tiene aceptables condiciones ambientales para el crecimiento exitoso de las pasturas, se podrían realizar malejos de defoliaciones severos (Carámbula, 2004).

Donaghy y Fulkerson (1998) aseguran que cualquier factor que retrase el crecimiento radicular tendrá un impacto negativo en la sobrevivencia de las plantas, ya que se verá afectada la absorción de agua y nutrientes

Se considera a la persistencia como el mantenimiento de poblaciones adecuadas de plantas que sean capaces de cubrir demandas de producción de materia seca especialmente en épocas críticas. El efecto antes mencionado tiene mayor impacto en las especies anuales donde la época de ejecución y la severidad del pastoreo pueden afectar seriamente la resiembra y las condiciones de regeneración. Por esto en éstas especies se deben promover los procesos de floración y fructificación, así como también el de regeneración para favorecer su presencia productiva (Sheath et al., citados por Carámbula, 2004).

Para el caso de las especies perennes, Carámbula (2004) sostiene que, la persistencia se debe favorecer básicamente por un manejo del pastoreo que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento, manteniendo procesos activos de macollaje, formación de tallo rizoma y estolones.

2.5.4.7 Efectos del pastoreo en la calidad de la pastura

En pasturas jóvenes es de esperar que el crecimiento vegetativo presente alta digestibilidad, en casos en que éstas crecen hasta un estado de madurez cercano a la floración la digestibilidad se ve disminuida en forma notable. Este efecto se explica por un aceleramiento de la lignificación de las paredes celulares, que en gramíneas comienza alrededor del momento del alargamiento de los entrenudos y se hace máximo cuando las semillas están madurando (Langer, 1981).

Gillet, citado por Carámbula (2004), afirma que, si bien la defoliación como tal reduce los rendimientos totales de materia seca, ella produce un aumento en la calidad del forraje debido a que ocurren incrementos en los porcentajes de proteína del forraje, esto explicado por la eliminación de hojas maduras y la aparición de hojas nuevas.

Haciendo referencia a la influencia del pastoreo sobre la calidad de la pastura, Wade, citado por Escuder (1996), afirma que aumentando la carga animal en pasturas templadas ocurren mayores disminuciones en el consumo de forraje que en la calidad o valor nutritivo del mismo.

La elección del momento de realizar la cosecha del forraje es vital ya que según sea manejada la pastura se lograrán distintos rendimientos y calidades del forraje. Cabe aclarar que las variaciones en los porcentajes de digestibilidad durante la etapa vegetativa son insignificantes, pero de lo contrario por cada día que transcurre luego de la encañazon en las gramíneas la digestibilidad promedio disminuye 0.50, mientras que los aumentos en materia seca pueden alcanzar un promedio de 150 kg/ha/día (Dent y Aldrich, 1968).

Dent y Aldrich (1968), resaltan que, durante el período de floración ocurrirá una gran acumulación de materia seca, pero con la consecuente pérdida de calidad, por tanto, si el forraje va a ser utilizado a través de los animales hay que planificar su uso en cuanto tratar de cosechar una máxima cantidad de materia seca sin dejar de lado la calidad del forraje.

Mediante corte o defoliaciones más frecuentes, las pasturas contienen mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda, que con cortes o defoliaciones menos frecuentes. Esto es una causa en la variación de la relación hoja/tallo producto de las distintas frecuencias de corte (Langer, 1981).

De acuerdo con lo anterior, el mismo, sostiene que, con manejos del pastoreo poco frecuente e intensos es esperable obtener mayores rendimientos,

pero de menor calidad, por otra parte, con pastoreos repetidos y aliviados ocurre lo contrario a lo antes mencionado.

2.5.5 Efecto del pastoreo sobre la performance animal

El consumo de forraje de los animales en condiciones de pastoreo está determinado por factores relacionados con el animal, como ser (edad, peso, nivel de producción, condición corporal), factores intrínsecos a la pastura (digestibilidad, especies, cantidad y calidad, composición química), el manejo (oferta de forraje, suplementación, fertilización, sistema de pastoreo) y el ambiente (temperatura, humedad, fotoperiodo, velocidad del viento), entre otros (Cangiano, 1996).

Las características del forraje, tales como, relación hoja/tallo, porcentaje de material muerto, altura, etc. determinan la proporción y cantidad del alimento disponible para el consumo animal. Cuando este se encuentra en pastoreo, dentro del forraje disponible, preferentemente selecciona una dieta compuesta de material verde, aun cuando la disponibilidad del tapiz sea baja (Hudson et al., 1977).

Dos principales componentes afectan el consumo, la pastura y el animal. En lo que refiere al animal, intervienen distintos mecanismos según sea la limitante del consumo. De tratarse del mecanismo de bocados, este está regulado por el número y peso de bocados, mientras que el de distensión tiene como límite superior el llenado ruminal, por lo que cuando se llena el rumen, comienza a limitarse el consumo por el tiempo de retención. Por otro lado, el tiempo de retención dependerá de las tasas de digestión y de pasaje. El mecanismo metabólico tiene un límite superior en el consumo de energía digestible, el cual, cuando este es alcanzado, determina el consumo por la concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano et al., 1996).

Estudios realizados por Agustoni et al. (2008) indican que, animales que son sometidos a bajas asignaciones de forraje, tienen limitada posibilidad de seleccionar la dieta, dándose en estos casos un mayor consumo de forraje de menor calidad, afectando así la producción individual. Si bien los animales que son manejados a bajas asignaciones hacen una mayor cosecha del forraje, estos poseen mayores gastos energéticos en los procesos de cosecha, búsqueda y digestión del forraje consumido.

Según Freer (1981), sostiene que cuando la disponibilidad de forraje es muy baja, el tamaño de bocado es reducido, y como consecuencia, los animales se ven obligados a aumentar el tiempo de pastoreo. Este aumento en la actividad

de pastoreo, genera un mayor gasto de energía que se puede traducir en diferencias importantes de ganancia de peso, aun cuando el consumo de forraje sea igual y de similar digestibilidad (Sahlu, 1989).

Cuando en un sistema se manejan bajas cargas, por lo general esto determina altos niveles de producción por animal, esto está explicado por la posibilidad del animal de realizar pastoreos selectivos hacia el material de mayor calidad. Consecuencia de la baja carga, en el mediano plazo, el forraje presente envejece, y su digestibilidad disminuye, lo que conlleva a una disminución de la materia orgánica digestible consumida por los animales. La producción por animal es alta, pero aumentos en la carga, hasta determinado momento, provocará una disminución en la ganancia individual. Esto está explicado porque la disponibilidad de forraje por animal se ve disminuida y comienza a limitar el consumo por animal, esto genera un incremento en la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. Esto genera un aumento en la producción por hectárea dentro de ciertos rangos ya que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal (Mott, citado por Cardozo, 1991).

2.6 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.6.1 Generalidades de la producción animal

La producción animal basada en la utilización de pasturas es un proceso de conversión de energía solar, en energía de la materia vegetal, y la energía acumulada en los vegetales, transformada en los productos animales: carne, leche, lana y cueros (Mc Clymont, 1974).

El desempeño animal está directamente relacionado con la cantidad y la calidad del forraje consumido, pero es modificado por la habilidad del rumiante en transformar esa materia seca en producto animal (Blazer et al., McMeekan y Walshe, citados por Montossi et al., 1996).

La interacción entre animales y pasturas está dada a través del efecto de los animales en la utilización, composición, rebrote y persistencia de las pasturas bajo pastoreo, efecto de las características de las pasturas y la estructura de las mismas en el comportamiento, consumo y producción animal. El consumo y la selectividad por parte de los animales tienen una importancia fundamental en la producción y eficiencia de los sistemas pastoriles (Hodgson, Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996).

A su vez Nabinger (1996) sostiene que la producción animal representa la producción secundaria en un sistema pastoril cuya producción primaria está constituida por la biomasa de las plantas presentes en el sistema. A su vez, la

producción primaria es representada por la oferta del sistema forrajero a la producción animal. La producción primaria, es resultado de la acción del ambiente físico (ambiente y suelo) en el cual crecen las plantas. Por lo tanto, la productividad primaria de un ecosistema pastoril depende fundamentalmente de la cantidad de radiación disponible para el proceso de fotosíntesis, de la temperatura ambiente y de la disponibilidad de agua y nutrientes.

Según Mott, citado por Langer (1981) define a la carga animal, como la principal variable de manejo que afecta el resultado físico y económico del sistema pastoril, así como también la persistencia de la pastura sembrada.

Manejar altas cargas en los sistemas pastoriles, pueden causar reducciones en la tasa de crecimiento de las pasturas, debido al efecto nocivo de la intensidad del pastoreo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas. Por otro lado, una menor carga genera mayor acumulación de restos secos que afectan negativamente la tasa de crecimiento de las pasturas (Lemaire y Chapman, 1996).

La eficiencia de conversión del forraje a carne se maximiza cuando el consumo se hace máximo. Aquí se establece una relación inversa entre la cosecha de forraje y la conversión a producto animal, ya que, si la conversión es muy alta, puede afectar el consumo por animal y por lo tanto disminuir considerablemente las ganancias individuales (Escuder, 1996).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y la producción por hectárea (Mott, citado por Langer, 1981). Siempre que la producción individual no descienda por debajo de un nivel razonable, un aumento en la dotación produce un aumento en la producción de carne por hectárea, debido a que los rumiantes utilizan en forma más eficientes la materia seca disponible si el consumo es algo restringido (Hutton, citado por Smethan, 1981).

Por último, según Rovira (2008), conviene puntualizar que, la producción de carne esta explicada por la relación cantidad – calidad de forraje y por las decisiones de manejo que toma el productor cuando se enfrenta a determinada pastura.

2.6.2 Relación consumo – disponibilidad – pastura

Varios autores coinciden en la existencia de una relación positiva entre, disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Chacon et al., Jamieson y Hodgson, Dougherty et al., Greenhalgh et al., citados por Agustoni et al., 2008).

Nabinger (1996) sostiene que, la calidad de lo consumido depende de la oportunidad del animal de seleccionar las plantas y las partes de éstas con mayor valor nutritivo. A su vez, la oportunidad de seleccionar, es función de la cantidad total de biomasa aérea verde disponible para cada animal.

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

"El peso de bocado puede expresarse en términos de volumen (profundidad x área) y la densidad del forraje del horizonte de pastoreo" (Hodgson, Burlison, citados por Cangiano, 1996). El peso de bocado, como tal, es altamente sensible a la variación en la altura del forraje y ante una disminución en la altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar en compensación, hasta un cierto valor crítico en el cual la compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario.

A su vez, Hodgson, citado por Cangiano (1996) indica que, el peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que tiene mayor efecto en el consumo, por otra parte, la altura de la pastura parece ser la característica que tiene mayor incidencia en el peso de bocado.

2.6.3 Relación asignación de forraje – consumo

Según Jamieson y Hodgson (1979) a medida que la oferta de forraje disminuye existe una reducción en el consumo como resultado de un incremento creciente en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje.

Siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes, la producción animal, es afectada a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura, donde el consumo es muy sensible a cambios en la cantidad de

biomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de éstas tendrá gran efecto (Cangiano, 1996).

Dalley et al. (1999) encontraron que, al manejar diferentes asignaciones de forrajes existen cambios en la calidad de lo consumido por el animal, debido a que este posee una menor o mayor posibilidad de selección. Por otra parte, según Wales et al. (1998) los animales en general, seleccionan dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menores niveles de fibra detergente neutro, cuando son manejados con altas asignaciones de forraje por animal, en relación a bajas asignaciones del mismo.

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

La tasa de consumo de materia seca aumenta hasta asignaciones de forraje de 10 kg MS/100 kg PV aproximadamente, incrementos en la oferta por encima de este valor no provocan aumentos en la tasa de consumo Dougerthy, citado por Almada et al. (2007). Por otro lado, reducciones en el consumo a bajas asignaciones de forraje resultan de un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979).

Almada et al. (2007) trabajando con novillos Holando, pastoreando una pradera mezcla, de primer año, compuesta por, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, registraron ganancias medias diarias (GMD) de 1,0; 1,5; 1,7 y 1,7 kg/animal/día (kg/a/d) con ofertas de forraje (OF) de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 % del peso vivo respectivamente. También se obtuvieron producciones de peso vivo (PV) por hectárea de 1100, 900, 700 y 500 kg respectivamente con las ofertas de forraje mencionadas. Con ofertas menores (6 % del peso vivo), los novillos experimentaron ganancias del orden de 1,5 kg/a/d, pero siendo la producción por hectárea algo superior a la expresada anteriormente.

En tanto, Foglino y Fernández (2009), trabajando con novillos Holando en una pradera perenne de primer año, obtuvieron ganancias del orden de 2,1 kg/a/d, cuando pastoreaban con una OF del 5,6 % del peso vivo. La producción de PV en este trabajo fue de 410 kg/ha. Éstas altas GMD pueden explicarse, debido a la alta eficiencia que es propia de la raza Holando, manejada con una oferta de forraje apropiada.

2.7 HIPÓTESIS

Como hipótesis se plantea que las diferentes alternativas estudiadas van a presentar diferencias en la producción estacional y total del forraje, a su vez van a tener efecto sobre la utilización de la pastura, y la composición botánica de la misma.

Por otra parte, se supone que existiría efecto de las distintas alternativas forrajeras, sobre la respuesta animal en cuanto a la ganancia de peso. El uso de diferentes largos de ciclo de las alternativas de raigrás determinaría distinta ganancia animal.

Se espera que, la incorporación de praderas con *Trifolium pratense*, las diferencias en distribuciones del forraje a lo largo del periodo, otoño-invierno-primavera, van a repercutir en las ganancias medias de los animales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni perteneciente a Universidad de la República. Facultad de Agronomía, la cual se encuentra ubicada en el departamento de Paysandú (Uruguay).

El experimento se encuentra dentro del área de evaluación de riego en pasturas.

Dicho trabajo se realizó desde el día 2 de abril hasta el 21 de octubre en el año 2019. El experimento fue realizado sobre dos variedades distintas de *Lolium multiflorum* y la mezcla de estos con una leguminosa como lo es *Trifolium pratense*.

3.1.2 Información meteorológica

El territorio uruguayo se encuentra en una zona templada, la ausencia de sistemas orográficos de importancia contribuye a que las variaciones en temperatura y precipitaciones sean relativamente poco significativas, la temperatura promedio para todo el país se encuentra en el entorno a los 17 °C variando esta desde los 20°C a los 16°C. Las temperaturas promedio más altas se encuentran en los meses de enero y febrero por otra parte la más baja en los meses de junio y julio. Las lluvias totales medias anuales tienen su valor mínimo hacia el sur sobre las costas del Río de la Plata con 1000 mm. y su valor máximo hacia el noreste, en la frontera con Brasil con 1500 mm.

La humedad relativa media anual oscila entre el 70% y el 75% en todo el país; el mes más húmedo es julio, con una media de 80%, y el mes más seco es enero con una media de 65% (UdelaR. Fcien, s.f.).

3.1.3 Descripción del sitio experimental

De acuerdo a la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976) escala 1:1.000.000 el experimento está ubicado sobre la Unidad San Manuel, que se corresponde a la formación geológica Fray Bentos. Los suelos que dominan la zona son Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En

asociación con estos se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

Las pasturas fueron sembradas sobre una regeneración de campo, en estado de campo bruto con un período de barbecho de aproximadamente 120 /días. Se aplicó una dosis de 4 l/há de glifosato para comenzar el mencionado tiempo de barbecho químico.

El experimento fue sembrado el 2 de abril del año 2019. Para el caso de las dos variedades de raigrás sembradas puras la densidad de siembra utilizada fue de 20 kg/ha, los cultivares sembrados fueron cultivar montoro y cultivar ración pertenecientes a la empresa Procampo. En el caso de las mezclas de especies la densidad usada fue, 10 kg/ha de *Lolium multiflorum* cultivar ración más 10 kg/ha de *Lolium multiflorum* cultivar montoro más 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cultivar LE 116.

La fertilización fosfatada a siembra fue con 40 unidades de P_2O_5 /há, también se aplicó 35 unidades de nitrógeno/há en siembra y macollaje el día 06/05/2019 dicha fertilización fue aplicada con urea azufrada. La aplicación de nitrógeno antes mencionada también se realizaba luego de cada pastoreo.

Luego del primer pastoreo se prosiguió a utilizar herbicidas para controlar algunas malezas que existían en las pasturas, la aplicación se realizó con mochila y fué con los siguientes productos Lontrel en cantidades de 0.15 – 0.30 l/há (Dow agro) y 2-4 D-B 1 – 1.5 l/há (Dow agro).

3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos varían desde los dos cultivares de *Lolium multiflorum* sembrados puros y las mezclas de ambos con *Trifolium pratense* con el objetivo de extender el ciclo de pastoreo a la primera especie mencionada.

1. *Lolium multiflorum* ciclo medio cultivar ración.
2. *Lolium multiflorum* ciclo largo cultivar montoro.
3. (A): mezcla de ambos *Lolium* con *Trifolium pratense*.
4. (D): mezcla de ambos *Lolium* con *Trifolium pratense*.

El experimento consistió en 5 ciclos de pastoreo, los cuales se detallan en el Cuadro No. 3, con las fechas de ingreso y salida y los días de duración de dicho ciclo.

Cuadro No. 3. Fechas de ingreso y salidas y los días de duración de cada ciclo

Ciclo pastoreo	Ingreso	Salida	Días pastoreo puros	Días pastoreo mezcla
1	30/05/2019	17/06/2019	18	18
2	20/06/2019	15/07/2019	10	18
3	16/07/2019	01/08/2019	16	16
4	03/09/2019	23/09/2019	18	18
5	24/09/2019	09/10/2019	13	13

Se trabajó con 4 grupos de 3 animales de raza holando correspondientes a cada tratamiento de aproximadamente 3 meses de edad, con peso promedio individual de 87 kg, los mismos fueron distribuidos de forma al azar en cada uno de los tratamientos. El criterio de entrada y salida de las parcelas era por altura de la pastura ingresando a la misma con 15 a 20 cm dependiendo de si era invierno o primavera respectivamente y saliendo con 7 o 5 cm. Se busca trabajar con una oferta de forraje de 6 % (kg MS/ 100 kg de peso vivo) y se pastorea en forma rotativa por bloque.

3.1.6 Diseño experimental

La superficie que abarcó dicho experimento fué de 0,43 hectáreas en un diseño experimental de Bloque Completos al Azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. El tamaño de cada parcela o tratamiento fué de 420 m² (30x14).

Tratamiento 1. 20 kg/ha de *Lolium multiflorum* cv. ration.

Tratamiento 2. 20 kg/ha de *Lolium multiflorum* cv. montoro.

Tratamiento 3 T A. 10 kg de ration + 10 kg montoro + 6 kg *Trifolium pratense*.

Tratamiento 4 T D. 10 kg de ration + 10 kg montoro + 6 kg *Trifolium pratense*.

En la Figura No. 1 se observa el diseño experimental donde se detallan los tres bloques y cada tratamiento, identificados con su número correspondiente.

Figura No. 1. Diseño experimental



Fuente: adaptado de Google Earth (2020).

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se midió la producción de forraje en kg/MS/há de las diferentes alternativas forrajeras mencionadas anteriormente, también se estudió como variaba la composición botánica a lo largo de todo el periodo experimental, % de gramíneas, % de leguminosas, % de maleza. Por otra parte, también se midió producción animal tanto en ganancia de peso individual, así como también en kg producidos por hectárea.

3.2.1 Mediciones de las principales variables

Se pretende explicar cómo se realizó la medición de éstas principales variables de interés para este trabajo experimental.

3.2.1.1 Forraje disponible y rechazable

La expresión forraje disponible hace referencia a la cantidad de forraje que se encuentra en las parcelas expresado en kg/MS/há antes del ingreso de los animales a las mismas. Por otra parte, lo remanente es la cantidad de forraje que queda luego del retiro de los animales y se expresa en kg/MS/ha.

Para la medición práctica de éstas variables se utilizó la técnica descrita por Haydock y Shaw, citados por Hammeleers (1996). Modificando el ranking de escalas por alturas de la pastura, en el cual se utilizó una escala de 12 estratos mediante observación visual asignando el estrato número 1 a la parte de la

parcela que había menor cantidad de forraje y el estrato número 12 a la parte de la parcela con mayor cantidad de forraje y así sucesivamente hasta poder completar todos los estratos de la escala. Dichos estratos fueron asignados por altura de forraje dentro del cuadrado en el cual se hizo un promedio de 3 alturas realizadas dentro del mismo. El procedimiento antes mencionado fue empleado para forraje disponible y remanente.

Cada uno de los 12 estratos se lo ubicaba y se los cortaba al ras del suelo con una tijera de aro, referenciados en un cuadrado de 30 cm x 30 cm, cada muestra se la identificaba con una altura en particular y su respectivo estrato. Luego eran llevados al laboratorio para realizar su peso fresco, para cuantificar la producción de materia seca se ubicaban las muestras en estufas de circulación de aire forzadas a unos 60 °C durante 48 horas, luego se retiran y se realiza su peso para determinar el peso seco de la muestra. Para finalizar con la creación de una ecuación de regresión que determina cuantos kg/MS/há existen por cada cm de altura de la pastura, sustituyéndose la x del b de la ecuación, por la altura promedio (que se describe en el punto siguiente).

Todo lo antes mencionado se realiza luego de cada ciclo de pastoreo ya que la estructura de la pastura va cambiando luego de cada ciclo de pastoreo. Cabe destacar que este procedimiento se realizó tanto para las mezclas de gramíneas con leguminosas como también para el caso de las gramíneas puras. Debido a que son pasturas diferentes. Por lo tanto, se generaron 12 estratos para los tratamientos de puros y 12 para los tratamientos mezcla.

3.2.1.2 Altura de forraje disponible y remanente

Para medir dicha altura de forraje ya sea para disponible o remanente lo que se hizo fue recorrer la parcela y de forma aleatoria ubicar la regla y medir la altura del forraje en el punto elegido, se realizaron 30 mediciones para cada tratamiento y para cada uno de los bloques a medida que se iba avanzando en el consumo de cada parcela. Luego promediando éstas 30 mediciones se calculaba la altura promedio de dicha parcela o tratamiento.

3.2.1.3 Producción de forraje

La producción de forraje expresado en kg de materia seca por hectárea fue calculado a través de la diferencia que existe entre el forraje disponible y el forraje remanente luego del pastoreo, sumado a esto se debió ajustar la tasa de crecimiento diaria que experimentó la pastura en el periodo de pastoreo (Campbell, 1966).

3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Diferencia que existe entre el forraje disponible, ajustado por la tasa de crecimiento y el forraje remanente, esto, indica una aproximación de la cantidad de materia seca consumida por los animales en pastoreo (Campbell, 1966).

3.2.1.5 Porcentaje de utilización

Hace referencia a la proporción del forraje disponible, que se encuentra dentro del forraje desaparecido, se calcula mediante la relación entre el forraje desaparecido y el forraje disponible antes de iniciar el periodo de pastoreo.

3.2.1.6 Composición botánica

Esto indica que proporción ocupa cada especie de gramínea, leguminosas y malezas dentro del cuadrado utilizado en el trabajo práctico, también se determinó el porcentaje de suelo descubierto existente. El mencionado parámetro fue calculado a través del método Botanal (Tothill et al., 1978). por apreciación visual, también se realizaron 30 mediadas en cada tratamiento o parcelas.

3.2.1.7 Peso animal

El peso de cada uno de los animales fue realizado de forma individual mediante el uso de una balanza electrónica experimental, la cual aumenta la precisión con que se determina el peso de los animales. El procedimiento realizado para pesar fue dejar en ayuno en un corral a los animales aproximadamente de 6 a 7 horas y luego de desbastados realizar el pesaje. Se pesaron los animales al comienzo y final de cada ciclo de pastoreo.

3.2.1.8 Ganancia de peso promedio diaria

Esta fue calculada dividiendo la ganancia total en el periodo de pastoreo sobre el número de días que el mismo tuvo y la ganancia total fue calculada restando peso vivo inicial menos peso vivo final, por lo tanto, este parámetro hace referencia a la ganancia diaria por animal (kg/animal/día) promedio para todo el periodo de pastoreo.

3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje fue calculada como los kilos de materia seca disponibles por día, cada 100 kg de peso vivo animal.

3.2.1.10 Producción de peso vivo

Se dividió las ganancias totales entre la superficie utilizada, este cálculo se hizo para cada tratamiento para poder cuantificar la producción de carne de cada uno de ellos por separado. Este valor se expresa en kg de peso vivo producidos por hectárea.

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

- Ho: los diferentes tratamientos (gramíneas puras o en mezcla con leguminosas) no inciden sobre la producción de forraje y la composición botánica de la pastura, así como también la producción de carne.
- Ha: existe al menos un tratamiento que si incide en la producción de forraje, composición botánica de la pastura y en producción de carne.

3.3.2 Hipótesis estadístico

Ho: $T_1=T_2=T_3=T_4=0$

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

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante el uso de la herramienta informática INFOSTAT se determinó el análisis de varianza entre tratamientos, para el caso que existe diferencias entre ellos la misma se estudiará a través de un análisis comparativo de medias Tukey con una probabilidad de 10%.

3.4.1 Modelo estadístico

El modelo utilizado para realizar el trabajo es un modelo lineal general.

- $Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \alpha_k + t_i \times \alpha_k + \xi_{ijk}$

Siendo estas:

- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- t_i = es el efecto de la i-ésimo tratamiento, 1 2 3 4.
- B_j = es el efecto del j-ésimo bloque, 1 2 3.

- α_k = es el efecto del z-ésimo momento, 1 2 3 4 5.
- $t_i \times \alpha_k$ = es el efecto de la i-ésimo tratamiento en el z-ésimo momento
- ξ_{ijk} = es el error experimental.

Modelo de producción animal:

- $Y_{ij} = \mu + covPi + t_i + \xi_{ijk}$
Siendo estas:
- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- $covPi$ = covariable de peso inicial.
- t_i = efecto de i-ésimo tratamiento, 1 2 3 4.
- ξ_{ijk} = es el error experimental.

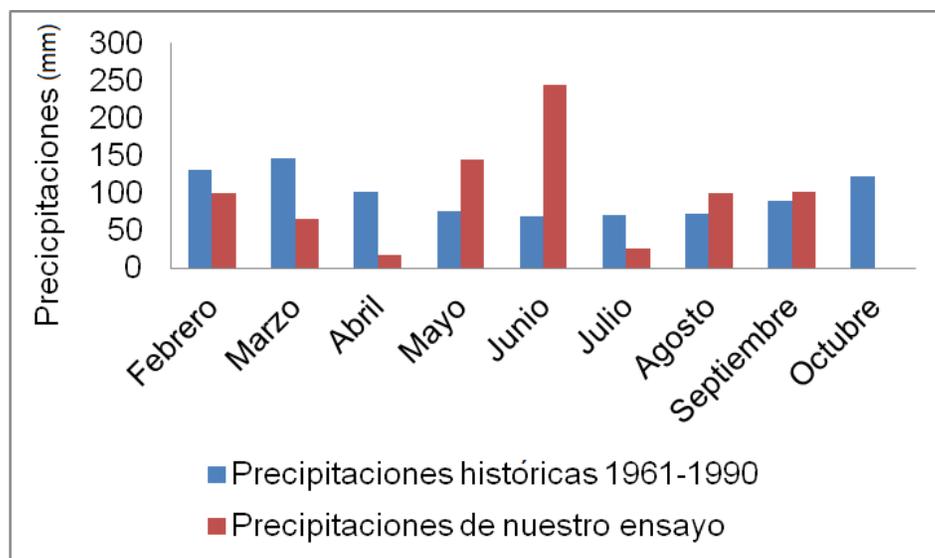
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta parte se analizarán los resultados y se discutirá el porqué de estos resultados. Al realizarse el análisis estadístico no se observó diferencias significativas en la producción en los diferentes tratamientos, pero si una diferencia en la producción al tomar en cuenta los distintos ciclos de pastoreo, encontrándose diferencias en el disponible de cada ciclo de pastoreo, a su vez se vio diferencias en la composición botánica de los distintos tratamientos. A pesar de la desigualdad en el disponible no hubo diferencias en la oferta de forraje tanto entre los tratamientos como en los distintos ciclos de pastoreo.

4.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

En la Figura No. 2 se compara el promedio de precipitaciones históricas del 1961 al 1990, en base a datos de INUMET en relación a las precipitaciones existentes durante los meses del experimento, mientras que en la Figura No. 3 se muestra las temperatura promedio de cada mes de comparada con los registros de temperatura promedio de cada mes de la estación meteorológica de la EEMAC.

Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el ensayo comparadas con la media histórica



Fuente: elaborado en base a INUMET (s.f.).

Como se puede observar las precipitaciones en los meses previos a la siembra de los ensayos y en el mes de la siembra (2 de abril) fueron inferiores en

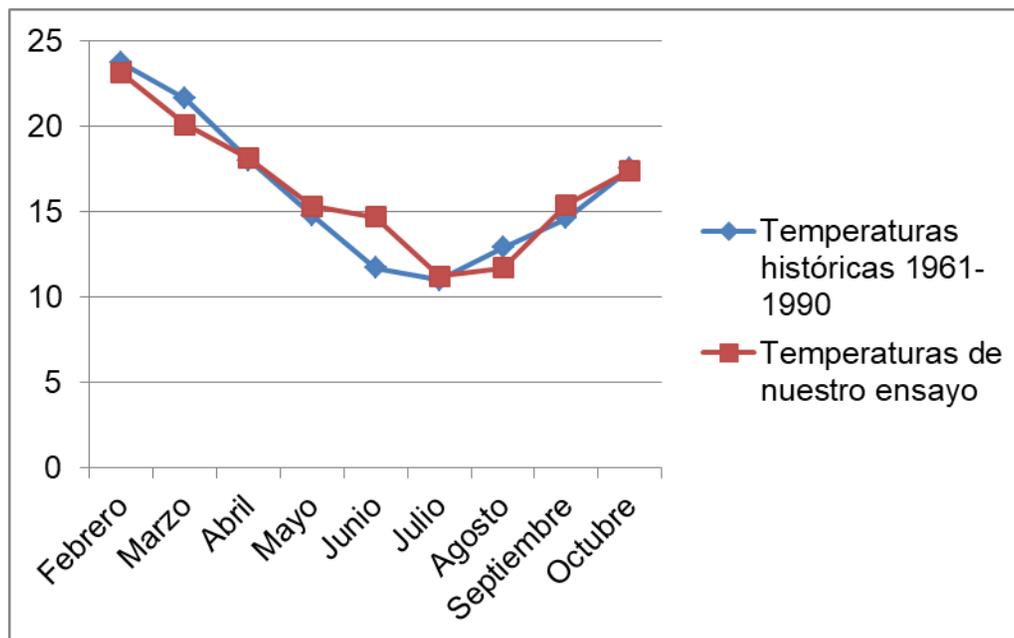
relación al promedio histórico, lloviendo 198 mm menos en esos tres meses respecto a la media histórica durante esos respectivos meses, donde las precipitaciones marcaron un promedio de 381 mm desde febrero a abril.

A partir de fines de abril, principios de mayo, las precipitaciones superaron ampliamente a las precipitaciones promedio históricas sobre todo en el mes de junio, donde se registraron un total de 244 mm en dicho mes. En cuanto a los últimos dos meses, julio quedó por debajo del promedio histórico y agosto 28 mm por encima de dicho promedio.

Si se toma en cuenta el mes de abril las precipitaciones registradas fueron solo 18 mm y teniendo en consideración que el mes previo también las precipitaciones fueron escasas teniendo un balance hídrico negativo para el respectivo mes, los primeros días de crecimiento se vieron afectados por la limitante hídrica, afectando negativamente la tasa de crecimiento en el primer ciclo de pastoreo en relación a los siguientes ciclos de pastoreo, en todos los tratamientos. Esta menor tasa de crecimiento pudo haber repercutido negativamente en el forraje disponible en los primeros ciclos del pastoreo.

Las temperaturas registradas a lo largo del ensayo fueron similares a los datos de temperatura de la serie histórica 1961 – 1990, esto se puede apreciar en la Figura No. 3.

Figura No. 3. Comparación de temperaturas promedio históricas (1961-1990) con las temperaturas promedio del ensayo



Fuente: elaborado en base a UdelaR. FA (s.f.).

Como se puede apreciar en la Figura No. 3 las temperaturas registradas en el ensayo son similares a las temperaturas históricas 1961-1990, encontrándose levemente por debajo en el mes de marzo y tres grados por encima en el mes de junio. El rango óptimo de temperatura de las especies utilizadas para un adecuado crecimiento foliar varía desde 20 a 29 °C (Michell, citado por Langer, 1981) y para el *Trifolium pratense* un rango óptimo entre 21 y 24°C. Cabe aclarar que las especies anteriormente mencionadas crecen de manera correcta en climas templados, por ende durante el periodo experimental se observó un crecimiento aceptable de las especies, previendo que éstas especies explotaran su potencial de producción en primavera.

4.2 DISPONIBLE Y REMANENTE PROMEDIO DEL EXPERIMENTO

En el Cuadro No. 4 se presentan las medias en kg/ha MS del disponible y el remanente discriminadas según cada tratamiento. El tratamiento A y D (T A y T D) corresponden a las mezclas utilizadas.

Cuadro No. 4. Disponible y remanente de los distintos tratamientos

Tratamiento	Disponible (kg/ha MS)	Remanente (kg/ha MS)
T A	2339 A	1085 AB
T D	2296 AB	1135 A
Ration	1990 B	864 B
Montoro	1901 C	845 B

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

Tomando en cuenta los valores de disponible, en los distintos tratamientos se observa que, los tratamientos mezclas tienen mayor disponible, detectándose significativamente diferente solo para T A, esto pudo estar explicado porque se sembró más kg de semilla, respecto a los tratamientos puros (6 kg más de trébol rojo) y esto llevó a cambios en la estructura del material disponible y remanente, sumado a esto el componente raigrás en las mezclas, como se especificó en materiales y métodos, estaba compuesto por la misma cantidad de semilla de ambos cultivares de raigrás utilizados, esto pudo contribuir a la complementación en producción de la mezcla, contribuyendo a lograr más disponible. Este mayor disponible, lleva a que estos, tengan más remanente, encontrándose diferencia estadísticamente significativa para el caso de T D, con ration y montoro, ya que la disponibilidad de forraje ofrecida supera la demanda por los animales durante todo el periodo, además la cantidad de días de pastoreo entre los tratamientos y el peso de los animales son similares. Se desconoce el dato de implantación y plantas m² de suelo del experimento, el cual fue motivo de estudio de otra tesis de grado, de los cuales no poseemos los datos, sería esperable, que la diferencias en disponible, pudieran estar explicadas por el mayor número de plantas de los tratamientos mezclas.

4.3 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En el Cuadro No. 5 se presentan las medias en Kg/ha MS de la producción, según el tratamiento y en el Cuadro No. 6 según el ciclo de pastoreo.

Cuadro No. 5 Producciones medias según tratamiento

Tratamiento	Producciones medias
T D	1689,7
T A	1614,6
Ration	1566,3

Montoro	1491,5
---------	--------

Como se observa en el Cuadro No. 5, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la producción media de forraje, de cada tratamiento.

En cambio, si existió diferencia en producciones medias por cada ciclo de pastoreo, lo cual se observa en el Cuadro No. 6.

Cuadro No. 6. Producciones medias según ciclo de pastoreo

Ciclo de pastoreo	Producciones medias de forraje
4	2475,4 A
1	1924,3 B
3	1498,5 B
5	1490,0 B
2	564,5 C

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

Observando el Cuadro No. 6. se observa que varían las producciones medias por ciclo, donde el ciclo cuatro fué el de mayor producción de forraje, es pertinente aclarar que este ciclo de pastoreo ocurre entre el 03/09 al 23/09, coincidiendo con la entrada de la primavera, ocurriendo mejores condiciones ambientales en cuanto a temperatura (17°C) y radiación que favorecen la tasa de crecimiento de las pasturas al crecimiento más activo de las pasturas, aumentando el macollaje y la tasa de aparición de hojas, concordando esto con lo expresado por Carámbula (2002).

En cuanto al ciclo dos (20/06 al 15/07) que fue el de menor producción, este fue afectado por condiciones ambientales adversas como las bajas temperaturas (11°C promedio para el mes de junio) y falta de radiación sumado a un registro de exceso de precipitaciones por encima de la media histórica (194 mm.), como se muestra en el gráfico de precipitaciones de la Figura No. 2. Esto pudo haber generado un exceso de agua en el suelo, ya que en los datos de almacenaje se dan los mayores valores en el período, como se muestra en el balance hídrico del Anexo No. 1 y con esto una mayor cantidad de daños mecánicos por pisoteo, obteniéndose una menor producción.

A su vez, el ciclo cinco presenta diferencia estadística significativa con relación al ciclo cuatro, ambos en la estación de primavera, debido a que, en el primero, probablemente ya se indujo el pasaje a estado reproductivo de la

pastura, y a su vez debido al efecto del pastoreo, se decapitaron meristemas apicales de la planta deprimiendo la producción media de este ciclo.

4.4 DESAPARECIDO

Al observar el Cuadro No. 7 donde se muestran los kg/ha MS desaparecido, no se distinguen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro No. 7. Kilogramos/ha. de MS desaparecidos según tratamiento

Tratamiento	Desaparecido
Mezcla A	1526,4
Mezcla D	1413,3
Ration	1367,9
Montoro	1284,9

Si analizamos la interacción ciclo de pastoreo con tratamiento (Cuadro No. 7), estos siguen la misma tendencia que el disponible, donde el ciclo de pastoreo número 4 presenta una mayor cantidad de desaparecido independientemente del tratamiento, y así sucesivamente en los diferentes ciclos de pastoreo.

Cuadro No. 8. Kilogramos/ha. de MS desaparecidos por ciclo de pastoreo

Ciclo de Pastoreo	Desaparecido
4	2141 A
5	1787 AB
3	1349 BC
1	935 CD
2	779 D

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

Según los datos a medida que se avanza en el ciclo de pastoreo el desaparecido empieza a ser mayor, esto se debe a que el forraje remanente es menor, ya que el consumo de los animales empieza a aumentar a medida que ganan peso. A pesar de esta tendencia el último ciclo de pastoreo queda por debajo del penúltimo, ya que el disponible (Anexo No. 10) del penúltimo ciclo es mayor en relación al último, principalmente por condiciones climáticas más favorables en ese periodo, como lo fue, una buena disponibilidad de agua sumado a las condiciones de temperaturas óptimas para el crecimiento coincidiendo con lo expresado por Langer (1981).

4.5 PRODUCCIÓN DE FORRAJE ACUMULADA

En este punto se discute, la producción acumulada en el total del experimento. La producción acumulada que se obtuvo se representa en el Cuadro No. 9.

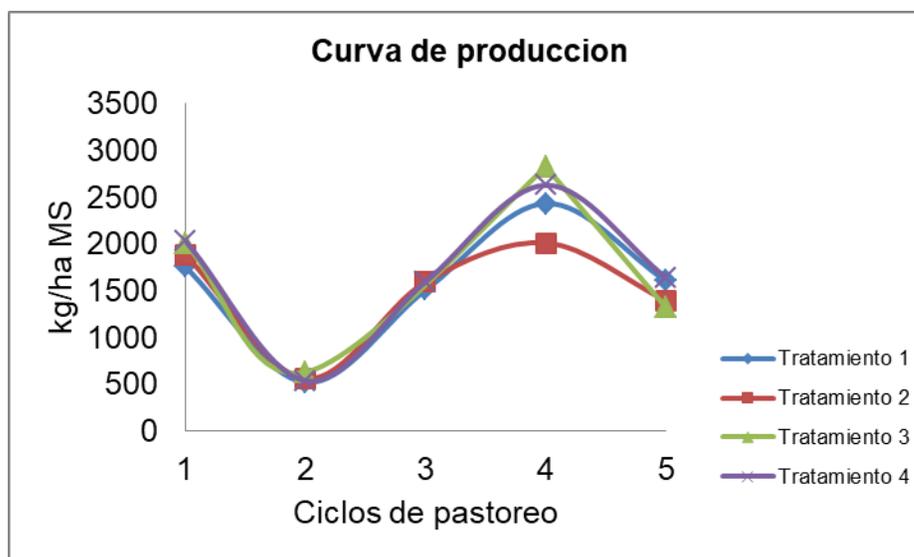
Cuadro No. 9. Producciones acumuladas en los distintos tratamientos

Tratamientos	Producción acumulada
Mezcla A	8449
Mezcla D	8073
Ration	7832
Montoro	7457

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

Observando los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Sin embargo, a continuación, se presenta la Figura No. 4. donde se muestra la curva de producción, de forma descriptiva para comparar la distribución del forraje producido, de cada tratamiento en cada ciclo de pastoreo.

Figura No. 4. Curva de distribución de producción



La producción acumulada de los tratamientos puros fue comparada con la producción de los mismos cultivares de la evaluación nacional de cultivares INIA e INASE (2016), la cual se observa en el Cuadro No. 10.

Cuadro No. 10. Producción acumulada en evaluación nacional de cultivares por INIA-INASE y la producción acumulada del experimento para cada uno de los raigrases puros respectivamente

Cultivar	Producción según INIA-INASE	Producción del experimento
HFSS 2016	8245	7832
EXP MO 2016	8979	7457

Como se puede observar en el Cuadro No. 10 ambos cultivares estuvieron por debajo de las producciones obtenidas en INIA e INASE (2016), esta diferencia podría estar explicada por la forma de medir la producción la cual INIA-INASE la mide bajo cortes y en este experimento se midió la producción de forraje de las distintas alternativas bajo pastoreo, lo cual en concordancia con la bibliografía consultada, López (1987), trae consigo efectos del pastoreo, como por ejemplo daños mecánicos por pisoteo a la planta lo cual produce una mayor mortandad de plantas, esto se acentúa cuando el pastoreo se da luego de una lluvia, a su vez produce un daño mecánico en la planta por la forma de comer del bovino, disminuyendo la producción de la misma. Al realizar cortes estos efectos desaparecen y se puede dar una mayor producción, como en el caso de la medida por INIA e INASE.

A su vez es relevante mencionar el efecto año como otra variable de importancia a la hora de compararse con los datos del año 2016, ya que las condiciones fueron contrastantes, dado que en el mes de junio de 2016 se registraron precipitaciones de 21.8 mm. mientras que en el 2019 desde el 21/06 al 01/07 se registraron 194mm.

Cabe mencionar que si bien las producciones del experimento fueron inferiores a las alcanzadas por INIA-INASE, la diferencia en producción ronda desde un 5 % a un 17 % de diferencia, lo cual, teniendo en cuenta los factores que influyeron en el experimento que se mencionaron anteriormente, no hubo grandes diferencias entre ambas producciones con las de INIA-INASE, esto pudo estar explicado porque la fertilización no fué limitante y condiciones de fertilidad del suelo pudieron ser similares en ambos ensayos.

En el Cuadro No. 11 se visualizan las producciones acumuladas del promedio de ambos tratamientos mezcla (raigrás + trébol rojo) y las producciones presentadas por la serie técnica 80 para la mezcla avena, raigrás y trébol rojo.

Cuadro No. 11. Producción acumulada promedio de los dos tratamientos del experimento vs producción acumulada estacional otoño invierno primavera

Producción acumulada promedio de las dos mezclas del ensayo (Kg/ha)	Producción acumulada estacional otoño invierno primavera (Kg/ha)
8286	6100

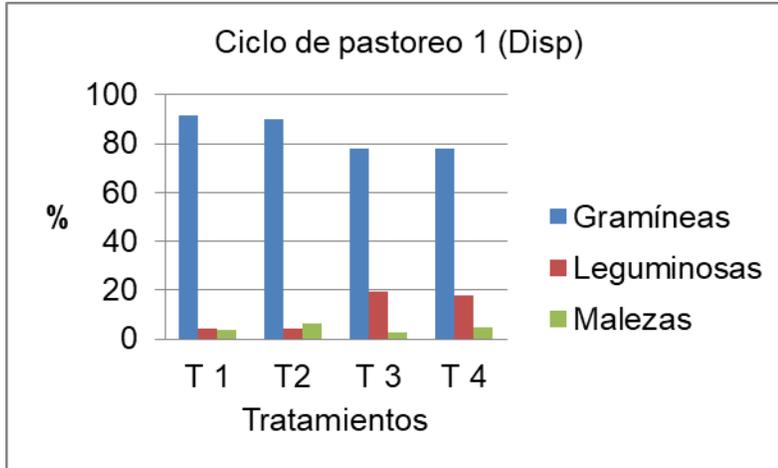
Según los datos las producciones obtenidas en el trabajo experimental fueron superiores a las producciones obtenidas por García (1995).

La superioridad demostrada en el cuadro anterior, podría estar explicada por el potencial genético per se de los cultivares utilizados en el experimento ya que son cultivares nuevos en el mercado, en comparación con el experimento realizado en el año 1995.

4.6 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

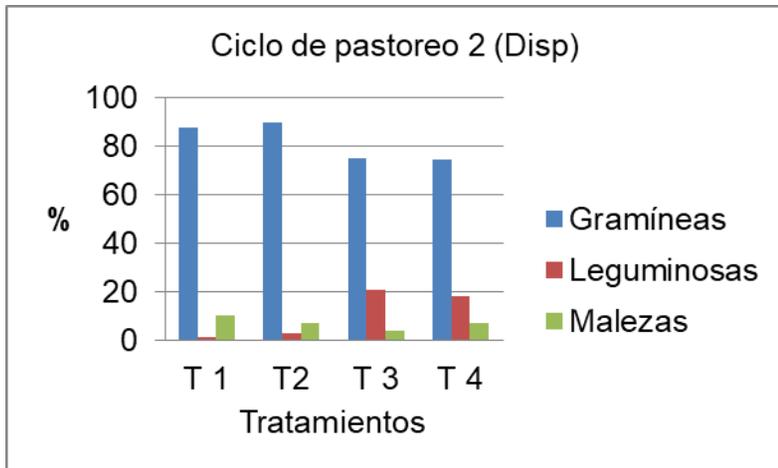
Cuando se hace referencia a la composición botánica se tienen en cuenta el % de gramíneas, %de leguminosas y % de malezas. A su vez en este punto se hablará del % de suelo descubierto. Éstas medidas fueron tomadas tanto al medir disponible como al medir remanente. La evolución de la composición botánica de los distintos ciclos de pastoreo a medida que transcurrían los mismos se presentan en las Figuras No. 5, No. 6, No. 7, No. 8, y No. 9 respectivamente.

Figura No. 5. Ciclo de pastoreo 1 (disponible)



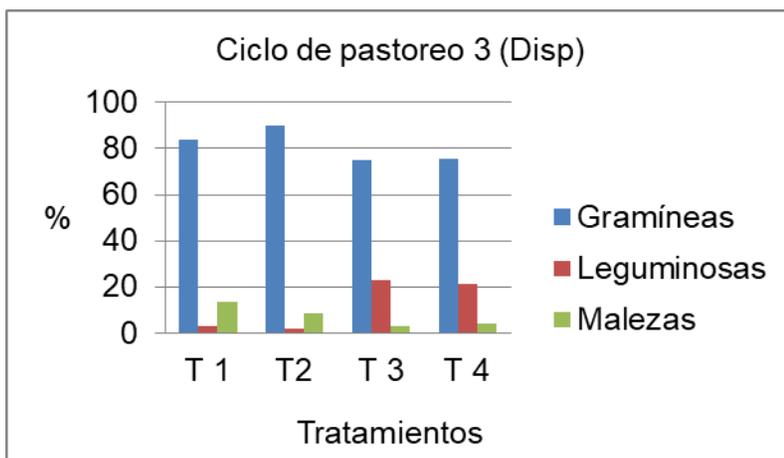
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Figura No. 6. Ciclo de pastoreo 2 (disponible)



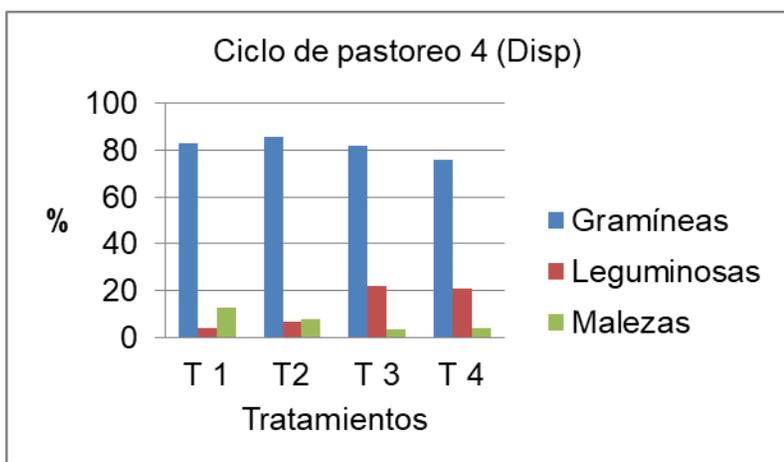
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Figura No. 7. Ciclo de pastoreo 3 (disponible)



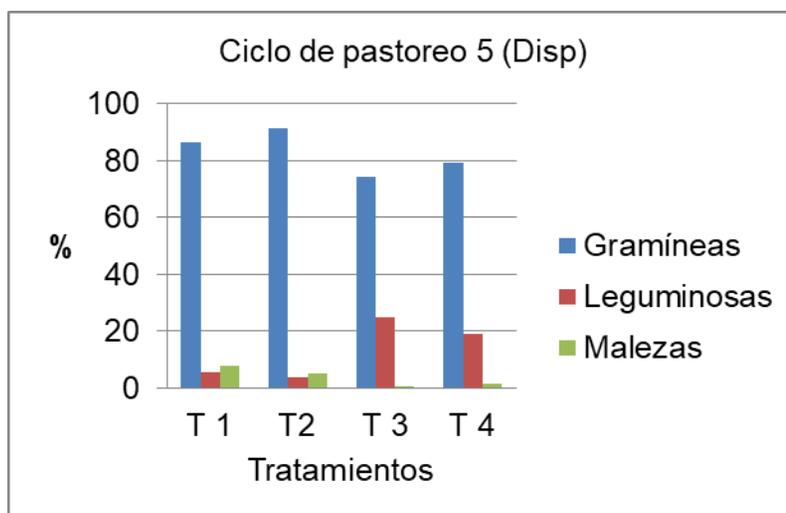
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$).

Figura No. 8. Ciclo de pastoreo 4 (disponible)



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

Figura No. 9. Ciclo de pastoreo 5 (disponible)



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

Observando la composición botánica de los gráficos de las Figuras No. 5, No. 6, No. 7, No. 8 y No. 9, presentadas anteriormente, se desprende que, los porcentajes de gramíneas para cada uno de los tratamientos se mantienen constantes a lo largo de los 5 ciclos de pastoreo, ocurriendo lo mismo para el componente leguminosa.

Según Carámbula (2002), una mezcla ideal está compuesta entre un 60-70% del componente gramínea y entre un 20-30% de leguminosas. Al observar la composición de los tratamientos mezcla, las proporciones están dentro de los rangos mencionados por el autor, a lo largo de los 5 ciclos de pastoreos, aunque las gramíneas están un poco por encima de este. Basado en el dato de bibliografía, se sugiere que ambos componentes de la mezcla, leguminosas y gramíneas, estuvieron acordes a las proporciones de cada componente. Estos resultados se resumen en el Cuadro No. 12.

Cuadro No. 12. Porcentajes del componente gramíneas y leguminosas de los tratamientos mezclas, para el ciclo de pastoreo uno y cinco

Tratamientos	Ciclo de pastoreo 1	Disponible
T A	% Gramíneas	78 ABC
	% Leguminosas	20 A
T D	% Gramíneas	78 ABC
	% Leguminosas	18 A

Tratamientos	Ciclo de pastoreo 5	Disponible
T A	% Gramíneas	74 C
	% Leguminosas	25 A
T D	% Gramíneas	79 ABC
	% Leguminosas	19 A

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

Al referirnos a los porcentajes de los componentes gramíneas y leguminosas, pero evaluándolos entre tratamientos, se observó que hubo diferencia significativas, mayor % de gramíneas de los tratamientos puros con respecto a los tratamientos mezcla, lo que era esperable, debido a los componentes utilizados para cada tratamiento. En cuanto al % leguminosa, ocurrió lo contrario, fue mayor, con diferencia estadística a favor de los tratamientos mezclas que presentaron mayor % de leguminosas, lo cual también era de esperar ya que, como se mencionó anteriormente, en estos tratamientos se sembró *Trifolium pratense*. Estos datos se pueden observar en el Anexo No. 11.

Al observar el % de suelo descubierto en el disponible, los más afectados fueron los tratamientos puros, con diferencia estadística significativa, para el cultivar montoro. La mayor carga de animales en ambos tratamientos puros, especialmente en montoro donde como se dijo anteriormente dio diferencia significativa, pudo haber incidido con los efectos del pastoreo, antes mencionados, haciendo a la pérdida de plantas y por consiguiente mayor % de suelo descubierto.

Otro factor que podría estar influenciando las diferencias en % de suelo descubierto, es el nivel de ploidía que presentan ambos materiales de raigrás, el cultivar montoro es tetraploide, lo que implica que tenga una menor capacidad macolladora frente al ración que es diploide, estos últimos, aunque presentan hojas más chicas tienen mayor capacidad macolladora, tal cual expresado por los datos Pro campo Uy, 2019 con el consiguiente efecto de ocupar más espacio. Esto se refleja en el Cuadro No. 13.

Cuadro No. 13. Porcentaje de suelo descubierto y carga de los distintos tratamientos

Tratamiento	% Suelo descubierto	Carga
Montoro	12 A	357 B
Ración	8 AB	364 A

Mezcla A	6 B	334 C
Mezcla D	5 B	334 C

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

Como se observa en el cuadro siguiente, el % de suelo descubierto, es estadísticamente diferente en el ciclo de pastoreo 4, siendo el de menor % frente a los otros ciclos. Esto pudo estar dado ya que dicho ciclo, coincide con las condiciones favorables que ofrece la primavera, para el óptimo crecimiento y desarrollo de la pastura. El siguiente ciclo de pastoreo, el % de suelo descubierto, vuelve a aumentar, esto podría estar explicado por el pasaje de la gramínea a pasado a estado reproductivo, obteniendo una planta de porte más erecto y a su vez cesa el macollaje.

Cuadro No. 14. Porcentaje de suelo descubierto según el ciclo de pastoreo

Ciclo pastoreo	% Suelo descubierto en disponible
3	11,7 A
2	10,2 A
5	8 A
1	7,2 A
4	1,4 B

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

En el caso del remanente, y como se observa en el Cuadro No. 15 el porcentaje de suelo descubierto es mayor en el tercer ciclo independientemente del tratamiento, esto puede estar dado porque la carga empieza a aumentar en este ciclo, el cual se da en el mes de julio donde las condiciones todavía no son ideales (bajas temperaturas e intensidad de radiación, afectando negativamente el macollaje y la formación de nuevos tallos, coincidiendo con Beinhart, citado por Carámbula, (2002) para una rápida recuperación, lo que genera un mayor porcentaje de suelo descubierto a la hora de medir remanente. A partir del ciclo número tres hay un efecto compensatorio de las plantas a media que se dan condiciones más favorables aumentando la tasa de macollaje en las gramíneas y aumentando las ramificaciones en las leguminosas. Según Carámbula (2002) la dinámica de la población de macollas es

menor en el invierno dándose en primavera un incremento en la formación de macollas.

Cuadro No. 15. Porcentaje de suelo descubierto en cada ciclo de pastoreo

Ciclo de pastoreo	% Suelo descubierto en remanente
3	53 A
4	44 AB
2	39 BC
5	38 BC
1	26 C

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

En el caso del Cuadro No. 16 se observa que no hay diferencias significativas en el % de suelo descubierto según tratamiento.

Cuadro No. 16. Porcentaje de suelo descubierto de cada tratamiento

Tratamiento	% de suelo descubierto
Montoro	42,8
Ration	42,6
Mezcla A	40,5
Mezcla D	34

Como último componente de la composición botánica queda por analizar el porcentaje de malezas.

Cuadro No. 17. Porcentaje de malezas observado en cada ciclo de pastoreo

Ciclo de pastoreo	% de malezas
2	7,2 A
3	7,1 AB
4	6,9 AB
1	4,2 AB
5	3,8 B

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

Al ver el Cuadro No. 17 los diferentes ciclos de pastoreo presentan un enmalezamiento bajo en concordancia con Carámbula (2002) que dice que un 10 % de malezas es un valor aceptable en una mezcla ideal, ya que la inclusión de una gramínea anual con alto vigor inicial en la mezcla, tiene efectos positivos en mantener bajos los porcentajes de malezas (Carámbula, 2002). Por lo antes mencionado, se puede inferir que la pastura ejerció una buena competencia frente a las malezas durante todo el período de pastoreo. El ciclo 2 presentó diferencia significativa con respecto al ciclo 5, debido a que en los primeros ciclos de pastoreo la pastura recién se estaba instalando.

Se debe mencionar que el enmalezamiento cuantificado presentó principalmente especies como: *Stachys arvensis*, *Sida spp.* *Cirsium vulgare*.

Cuadro No. 18. Porcentaje de malezas en disponible y remanente para cada tratamiento

Disponible		Remanente	
Tratamientos	% de malezas	Tratamientos	% de malezas
Ration	9,6 A	Ration	11,2 A
Montoro	6,9 A	Montoro	6,8 B
T A	2,63 B	T A	4,8 B
T D	4,1 B	T D	4,5 B

Como se observa en el Cuadro No. 18, en el disponible, los tratamientos mezcla son los que presentan menor % de malezas, esto podría estar explicado debido a la mayor densidad de siembra, anexando el componente leguminosa a estos tratamientos, se ejerce una mayor supresión de malezas, ya que la estructura que logra la pastura en estos tratamientos evita la llegada de luz a la superficie del suelo, evitando la aparición de malezas.

Se encontró diferencia estadística significativa, entre el disponible y remanente en el montoro dado que en este ciclo los animales podrían haber consumido las malezas presentes en la parcela dada la buena digestibilidad y % de proteína de algunas de ellas.

En el caso del remanente, el ration fue el que presentó mayor % de malezas con respecto a los otros tratamientos.

4.7 OFERTA DE FORRAJE

En cuanto a la variable estudiada, oferta de forraje, como se observa en los Cuadros No. 19 y No. 20, no se identificaron diferencias significativas, al ser esta una variable controlada a través del manejo del pastoreo, controlando la entrada y salida de los animales a la parcela, intentando obtener una asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) en el entorno del 5 a 6% de PV, la cual permita obtener GMD esperadas, similares a las mencionada en bibliografía por Almada et al. (2007). Con dichas ofertas es esperable ganancias en el entorno de 1.5 kg/animal/día, cabe destacar que estos valores fueron constatados en novillos.

Cuadro No. 19. Oferta de forraje según tratamiento

Tratamiento	Oferta de forraje
Mezcla A	4,4
Mezcla D	4,4
Ration	3,7
Montoro	3,7

Cuadro No. 20. Oferta de forraje según ciclo de pastoreo

Ciclos	Oferta de forraje
1	3,7
2	3,7
3	4,7
4	4,2
5	4,1

4.8 GANANCIA MEDIA DIARIA

La ganancia media diaria en cada ciclo de pastoreo se observa en el Cuadro No. 21.

Cuadro No. 21. GMD para cada ciclo de pastoreo

Ciclo de pastoreo	GMD
4	1.30 A
5	1.0 A
1	0.60 B
3	0.35 B
2	-0.1 C

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

En el ciclo de pastoreo 4 y 5 se observaron las mayores GMD, esto pudo estar explicado por el mayor forraje disponible a la entrada de pastoreo en estos ciclos como se muestra en el Anexo No. 10. A mayor forraje disponible, el animal aumenta el consumo, explicado por una mayor cosecha de forraje, lo que aumentaría el peso de bocado disminuyendo el tiempo de pastoreo provocando esto un aumento en el consumo, como menciona Cangiano, (1996). Con respecto al ciclo de pastoreo 1 y 3 la GMD fue inferior a los ciclos 4 y 5, hubo diferencia estadística, esto podría explicarse porque el disponible en estos ciclos fue inferior en comparación a los ciclos 4 y 5, pero de buena calidad, lográndose GMD aceptables. En cuanto al ciclo de pastoreo 2, los datos reflejan que no existieron ganancias, sino que se dieron pérdidas de peso de 100 gramos/día, esto pudo haber ocurrido principalmente porque existió un cambio drástico en la dieta, se dejó de suministrar concentrado proteico a los animales, lo cual pudo haber afectado las GMD en este período.

En el Cuadro No. 22 se observa, la GMD por tratamiento.

Cuadro No. 22. GMD para cada tratamiento

Tratamiento	GMD
Ration	0,78
Montoro	0,6
Mezcla D	0,57
Mezcla A	0,57

En cuanto a la GMD por tratamiento no se observaron diferencias significativas.

4.8.1 Ganancia en Kg/há

En el Cuadro No. 23 se observan las distintas ganancias en Kg/ha de los diferentes tratamientos.

Cuadro No. 23. Producción en Kg/há

Tratamiento	PV inicial promedio de los 3 terneros	PV final promedio de los 3 ternero	Ganancia de peso promedio de los 3 terneros	Kg Totales/ha	Eficiencia de producción
Ration	87	161	74	589	13
Montoro	96	152	57	450	16
Mezcla D	83	150	67	529	15
Mezcla A	84	148	64	509	16

Al observar los kg/ha de PV obtenidos se ve una mayor producción de kg/ha de PV a los encontrados en bibliografía (Carámbula, 2007), donde, este obtuvo en INIA Estanzuela producciones de carne/ha de 336 kg/ha para raigrás puro y en el caso de las mezclas los kg/há PV fueron de 453 kg/ha, para raigrás con trébol rojo.

Para analizar la producción por superficie se necesitaría repeticiones de grupos de animales, en el caso del experimento se cuenta con un solo grupo por lo que no se realizó análisis estadístico por lo que la información presentada es de carácter descriptivo.

5. CONCLUSIONES

Las hipótesis planteadas al comienzo del trabajo tuvieron diferentes resultados, en cuanto a la producción de forraje de las diferentes alternativas forrajeras, no se encontraron diferencias significativas entre ellas. Si encontrándose diferencias significativas en la producción entre los ciclos de pastoreo, por lo tanto hay diferencias en la producción estacional.

En cuanto a la utilización de la pastura, entre los tratamientos, no se vieron diferencias estadísticamente significativas, pero si hubo diferencia en el forraje desaparecido en los diferentes ciclos de pastoreo. En cuanto a la composición botánica, se observó que esta fue constante a lo largo de todo el período, los % de gramíneas y leguminosas, se encontraron dentro de los parámetros establecidos por bibliografía. No siendo así para el % de malezas, encontrándose diferencias significativas, en este componente, entre los tratamientos y entre los ciclos de pastoreo.

Observando la respuesta animal, y evaluando el parámetro GMD, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, si hubo cuando se observó este parámetro en los diferentes ciclos de pastoreo y dándose una tendencia de las GMD acorde a la distribución estacional del forraje.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó, en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Universidad de la República. Facultad de Agronomía; Paysandú, Uruguay); el experimento se realizó, dentro del área de evaluación de pasturas bajo riego, el período durante el que se llevó a cabo fué, desde 2 de abril hasta el 21 de octubre de 2019. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El método de pastoreo fue rotativo, con criterio de entrada a la parcela con 20 cm en otoño y primavera, y con 15 cm en invierno, el criterio de salida de la parcela fue entre los 5 y 7 cm de altura de la pastura. Se manejó una Asignación de forraje del 6% del peso vivo. El objetivo del experimento fue la evaluación de la producción de dos raigrases anuales de diferente largo de ciclo y a su vez, estos mismos con la inclusión de una leguminosa bienal, como ser el *Trifolium pratense*, a su vez también fue objetivo del trabajo, evaluar el efecto en la producción de carne, en peso vivo por hectárea y producción de carne individual como ganancia media diaria, de las diferentes alternativas forrajeras planteadas en el experimento. Los tratamientos fueron los siguientes, raigrás puro ciclo intermedio cultivar ration, raigrás puro ciclo largo, cultivar montoro, y la mezcla de ambos con la inclusión de *Trifolium pratense* en su primer año de vida, desde la siembra del mismo. A su vez, los dos tratamientos mezclas con trébol rojo, tendrán diferentes destinos, uno de ellos seguirá como pradera corta, y el otro se sembrará soja luego de los dos años. Se trabajó con terneros raza holando, con un peso promedio de 87 kg y edad promedio de 3 meses de edad aproximadamente. A partir de éstas variables se evaluó la respuesta de los diferentes tratamientos durante el período de estudio. En cuanto a la producción de forraje acumulada, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, si hubo diferencias, cuando se comparó los tratamientos entre los diferentes ciclos de pastoreo, y a favor de las mezclas, esto se explicó debido al mayor forraje disponible al momento de ingresar a la parcela, esto explicado por la mayor cantidad de plantas en la misma área, esto dado porque los tratamientos mezclas presentaban 6kg más de trébol rojo. A su vez, lo anterior explica que, la cantidad de forraje remanente es mayor en los tratamientos mezclas. En cuanto a la ganancia de peso vivo, no se encontraron diferencias significativas, entre los tratamientos, sin embargo, cuando tenemos en cuenta los ciclos de pastoreo, se apreció que las ganancias medias diarias fueron superiores en los últimos dos ciclos de pastoreo, esto explicado por la mayor producción ya próximo a la primavera y a su vez animales pastoreando que son más grandes, con mayor consumo diario.

Palabras clave: Asignación de forraje; Ganancia media diaria; Alternativas forrajeras; Forraje remanente.

7. SUMMARY

The present work took place in “Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Universidad de la República. Facultad de Agronomía; Paysandú, Uruguay)”; in a pasture area with irrigation, and lasted from April 2nd. to October 21st., 2019. The experimental design consisted of fully random plots, with four treatments and three repetitions. The method was rotational grazing, the cattle entering each plot with the pasture at a height of 20 cm in autumn and spring, and 15 cm in winter, and leaving the plot at between 5 and 7 cm of pasture height. The assignation of fodder was 6% of live weight. The objective of the experiment was the evaluation of the production of two annual ryegrasses with different cycle lengths, and the inclusion of a biennial legume such as *Trifolium pratense*; another objective was the evaluation of beef production in live weight/ha and the individual production as an average daily gain of the different fodder alternatives used in the experiment. The treatments were of pure intermediate cycle ryegrass ration cultivar, pure long cycle ryegrass montoro cultivar, and these two cultivars with the inclusion of *Trifolium pratense* in their first year as of their sowing. The two mixed treatments with red clover will have different destinations; one will be kept as a short pasture and the other one is going to be sown with soybean after two years. We used Holstein calves, weighing an average of 87 kg and three months average age. From these variables we evaluated the answers to the different treatments during the study period. In the accumulated production of fodder no significant differences were found between treatments, however, there were differences when we compared the different cycles of grazing in favor of the mixtures, this was explained by the bigger availability of fodder at the moment of the calves entering the plot due to the bigger amount of plants in the plot, because the mixtures had 6kg more of red clover. This also explains why there is more fodder left in the mixtures. With respect to the live weight gain, no significant differences were found between the treatments, however, when we take into account the foraging cycles, it was noted that the average daily gains were more significant in the last two cycles, which is explained by an increase in fodder production near the beginning of spring, as well as to the fact that the foraging animals were larger and therefore had a bigger daily intake.

Key words: Assignation of fodder; Average daily gain; Fodder alternatives; Availability of fodder.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipítria, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t. 1, 96 p.
4. Avedaño, J. C.; Borel, R.; Cubillos, G. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36(2):137-148.
5. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras catálogo de cultivares 2010. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 038). Consultados 18 jun. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429300810155513.pdf>
6. Baethgen, W. 1994. Comentarios generales sobre el seminario. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 61-62 (Serie Técnica no. 51).
7. Barthram, G. T.; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. Agronomie. 19 (6):445-456.
8. Blaser, R. E.; Skrdla, W. H.; Taylor, T. H. 1952. Ecological and physiological factors in compounding forages seed mixtures. Advances in Agronomy. 4:179-219.

9. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
10. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7(5):377-387.
11. Camlin, M. S. 1981. Competitive ability of cultivar of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). In: Wright, C. E. ed. *Plant Physiology and Herbage Production*. Hurley, British Grassland Society. pp. 137-142 (Occasional Symposium no. 13).
12. Campbell, A. 1966. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. *The Journal of Agricultural Science*. 67(2):199-210.
13. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
14. Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
15. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
16. _____. 2007. Verdeos de invierno. Montevideo, Hemisferio Sur. 178 p.
17. Cardozo, W. 1991. Utilización de pasturas por los bovinos destinados a la producción de carne. In: Utilización de pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 69-111.
18. Chapman, D.; Lemaire, G. 1993. Morfogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: Baker, M. J. ed. *Grasslands for our world*. Wellington, SIR. pp. 55-64.
19. Cullen, B. R.; Chapman, D. F.; Quigley, P. E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. *Grass and Forage Science*. 61(4):405-412.

20. Dalley, D. E.; Roche, J. R.; Grainger, C.; Moate, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39(8):923-931.
21. Davies, A. 1988. The Regrowth of Grass Swards. *In*: Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. *The grass crop: the physiological basis of production*. London, Chapman and Hall. pp. 85-127.
22. Dellow, D. W.; Doyle, P. T.; Wales, W. J. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38(5):451-460.
23. Dent, J. W.; Aldrich, D. T. A. 1968. Systematic testing of quality in grass varieties. 2. The effect of cutting dates, season and environment. *Grass and Forage Science*. 23(1):13-19.
24. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*. 53(3):211-218.
25. Doyle, C. J.; Elliott, J. G. 1983. Putting an economic value on increased grass production. *Grass and Forage Science* 38:160-177.
26. Dow Agro Sciences. s.f. Etiqueta comercial: Lontrel® 3A. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en https://www.dowagro.com/content/dam/hdas/dowagro_chile/pdfs/0901b8038093bde0.pdf
27. _____. s.f. Etiqueta comercial: Venceweed Extra. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en https://www.dowagro.com/content/dam/hdas/dowagro_chile/pdfs/0901b8038093be18.pdf
28. Ernst, O.; Siri Prieto, G. 2011. Raigrás como cultivo de cobertura: efecto del largo del período de barbecho sobre la disponibilidad de agua, el riesgo de erosión y el rendimiento de la soja. *Cangüé*. no. 31:18-27.
29. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación: efecto de la carga y método de pastoreo. *In*: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. *Producción animal en pastoreo*. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.

30. Foglino, F.; Fernández, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, t. blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 68 p.
31. Formoso, F. A. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
32. Freer, M. 1981. The control of food intake by grazing animal. In: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 105-124.
33. Fulkerson, W. J.; Slack, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*. 50:16-20.
34. García, J. A.; Labandera, C.; Pastorini, D.; Curbelo, S. 1994. Fijación de nitrógeno por leguminosas en La Estanzuela. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 13-18 (Serie Técnica no. 51).
35. _____. 1996. Producción de forraje de pasturas cultivadas de la región litoral Sur. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 163-168. (Serie Técnica no. 80).
36. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2º., 2004, Curitiba). Anais. Curitiba, UFPR. s.p.
37. Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36:155-168.
38. Hammeleers, A. 1996. Métodos para estimar el consumo voluntario de forrajes por rumiantes en pastoreo. (en línea). Potosí, s.e. pp. 151-178. Consultado dic. 2020. Disponible en <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08db6ed915d3cfd001b94/R6606t.pdf>

39. Hargreaves, J. N. G.; Jones, R. M.; McDonald, C. K.; Tohill, J. C. 1992. BOTANAL: a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field Sampling. CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. Tropical Agronomy Technical Memorandum no. 78. 22 p.
40. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25(2):227-246.
41. _____. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plant Relations in Pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
42. Hay, R. J. M.; Hunt, W. F. 1989. Competition from associated species on white and red clover in grazed swards. In: Marten, G. C.; Matches, A. G.; Barnes, R. F.; Brougham, R. W.; Clements, R. J.; Sheath, G. W. eds. Persistence of Forage Legumes. Madison, WI, ASA/CSS/ASSS. pp. 311-326.
43. Heitschmidt, R. K. 1987. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. Journal of Range Management. 40(3):216-223.
44. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Estanzuela 116. (en línea). Montevideo. pp. 14-15. Consultado abr. 2019. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/raigras.pdf>
45. _____.; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2015. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). Montevideo. 102 p. Consultado jul. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2015/PubForrajerasPeriodo2015.pdf
46. _____.; _____. 2016. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). Montevideo. pp. 16-17. Consultado jul. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2016/PubForrajerasPeriodo2016.pdf

47. _____. 2017. Catálogo de cultivares INIA de especies forrajeras: raigrás. (en línea). Montevideo. pp. 90-91. Consultado abr. 2019. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/e116es.htm>
48. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). 2020. Estadísticas climatológicas: tablas estadísticas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 20. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
49. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34(4):261-271.
50. Langer, R. H. M. ed. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
51. Lemaire, G.; Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. *In*: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, CAB. pp. 3-35.
52. López, H. 1987. Manejo de praderas: efecto del pastoreo. *IPA La Platina*. no. 43:28-29.
53. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). s.f. Descripción de grupos de suelo CONEAT. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abr. 2019. Disponible en <https://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripciondegruposdesuelosconeat.pdf>
54. Mc Clymont, G. L. 1974. Biología básica de la producción animal por medio de pasturas. *In*: James, B. J. F. ed. *Utilización intensiva de pasturas*. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 15-18.
55. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2018. Anuario estadístico 2018 interactivo. (en línea). Montevideo. 211 p. Consultado jun. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2018>

56. Montossi, F.; Risso, D. F.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
57. Mulder, E. G. 1952. Fertilizer vs. Legume nitrogen for grasslands. *In*: International Grassland Congress (6th., 1952, Pennsylvania). Proceedings. Pennsylvania, Pennsylvania State College. pp. 740-748.
58. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *In*: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14^o., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
59. Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
60. Parsons, A. J.; Penning, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*. 43(1):15-27.
61. Paustian, K.; Collins, H. P.; Paul, E. A. 1997. Management controls on soil carbon. *In*: Paul, E. A.; Paustian, K.; Elliot, E. T.; Cole, V. V. eds. Soil organic matter in temperate agroecosystems: long-term experiments in North America. Boca Ratón, CRC. pp. 15-49.
62. Pearce, R. B.; Browing, R. H.; Blaser, R. E. 1965. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchard grass. *Crop Science*. 5:553-556.
63. PROCAMPO, UY. 2019. Ficha técnica. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado nov. 2019. Disponible en https://www.procampouruguay.com/wpcontent/uploads/2019/01/Ratio_hoja-te%CC%81cnica-2018.pdf
64. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.

65. Rovira, J. 2002. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.
66. Sahl, T. 1989. Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on smooth brome grass. *Journal of Animal Science*. 67:2098-2105.
67. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia (Uruguay)*. 14(1):44-54.
68. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. 2(1):16-21.
69. Smethan, M. L. 1981a. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 97-148.
70. _____. 1981b. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 209- 270.
71. The Stockman Farmer, AR. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en <http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/Bvinos/rotaciondepastoreo.htm>
72. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2019. Estación meteorológica: resumen climatológico del año actual. (en línea). Paysandú. s.p. Consultado ene. 20. Disponible en <https://ingbio.paap.cup.edu.uy/~estmet/NOAAPRYR.TXT>
73. _____. FCIEN (Universidad de la República. Facultad de Ciencias, UY). s.f. El clima y su variabilidad en Uruguay. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en <http://meteorologia.fcien.edu.uy/Curuguay.html>
74. Vallentine, J. F. 1990. *Grazing management*. San Diego, USA, Academic Press. 533 p.
75. Velasco, M. E.; Hernández, A.; Gonzáles, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 43(2):247-258.

76. Zanoniani, R. A. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. *Agrociencia (Uruguay)*. 14(3):26-30.

9. ANEXOS

Anexo 1. Balance hídrico

	P	ETP	Kc	Etc	P-ETP	Alm.	Var.al m.	ETR	Def.	Exc	P-Etc	Tem peraturas
01/02/2019	0	57.69	0	0.00	-57.69	0	0	0	57.69	0	0.00	24.4
11/02/2019	7.4	49	0	0.00	-41.6	0	0	7.4	41.6	0	7.40	24.1
21/02/2019	92.4	25.16	0	0.00	67.24	67.24	67.24	25.16	0	0	92.40	22.4
03/03/2019	31.4	46.24	0	0.00	-14.84	56.58	-10.66	42.06	4.18	0	31.40	24.5
13/03/2019	34.9	30.9	0	0.00	4	60.58	4	30.9	0	0	34.90	23
23/03/2019	0	25.64	0	0.00	-25.64	44.92	-15.66	15.66	9.98	0	0.00	21
02/04/2019	0	33.28	1.15	38.27	-33.28	30.5	-14.42	14.42	18.86	0	-38.27	23.2
12/04/2019	0	31.44	1.15	36.16	-31.44	21.16	-9.34	21.16	10.28	0	-36.16	18.5
22/04/2019	18.6	27.06	1.15	31.12	-8.46	19.17	-1.99	20.59	6.47	0	-12.52	18.1
02/05/2019	52.2	16.09	1.15	18.50	36.11	55.28	36.11	16.09	0	0	33.70	15.6
12/05/2019	82	15.39	1.15	17.70	66.61	86	30.72	15.39	0	35.89	64.30	16.9

22/0 5/20 19	11.2	18.2	1.15	20.93	-7	79.27	-6.73	17.93	0.27	0	-9.73	15.8
01/0 6/20 19	0	13.25	1.15	15.24	-13.25	67.95	-11.32	11.32	1.93	0	-15.24	12.9
11/0 6/20 19	58	18.89	1.15	21.72	39.11	86	18.05	18.89	0	21.06	36.28	14.7
21/0 6/20 19	186.4	8.57	1.15	9.86	177.8 3	86	0	8.57	0	177.8 3	176.5 4	15.6
01/0 7/20 19	7.4	13.14	1.15	15.11	-5.74	80.44	-5.56	12.96	0.18	0	-7.71	10.4
11/0 7/20 19	0	17.33	1.15	19.93	-17.33	65.75	-14.69	14.69	2.64	0	-19.93	9.9
21/0 7/20 19	0	21.59	1.15	24.83	-21.59	51.15	-14.6	14.6	6.99	0	-24.83	13.6
31/0 7/20 19	19.6	13.12	1.15	15.09	6.48	57.63	6.48	13.12	0	0	4.51	12.1
10/0 8/20 19	61.2	20.9	1.15	24.04	40.3	86	28.37	20.9	0	11.93	37.17	10.9
20/0 8/20 19	0	23.16	1.15	26.63	-23.16	65.69	-20.31	20.31	2.85	0	-26.63	9.8
30/0 8/20 19	39.6	23.32	1.15	26.82	16.28	81.97	16.28	23.32	0	0	12.78	14.4
09/0 9/20 19	97.8	27.77	1.15	31.94	70.03	86	4.03	27.77	0	66	65.86	15.4
19/0 9/20 19	4.5	24.4	1.15	28.06	-19.9	68.23	-17.77	22.27	2.13	0	-23.56	17.45

29/0 9/20 19	0	50.2	1.15	57.73	-50.2	38	-30.23	30.23	19.97	0	-57.73	22.76
09/1 0/20 19	0	16	1.15	18.40	-16	30.93	-7.07	7.07	8.93	0	-18.40	19.8
19/1 0/20 19	0	17.37	1.15	19.98	-17.37	24.68	-6.25	6.25	11.12	0	-19.98	21.1
29/1 0/20 19	0	18.47	1.15	21.24	-18.47	19.37	-5.31	5.31	13.16	0	-21.24	18.2

Anexo 2. Diferencias significativas de las variables analizadas para la producción de forraje

	Tratamiento	Ciclo de pastoreo	Tratamiento x período
Disponibile	**	**	ns
Remanente	*	**	ns
Desaparecido	Ns	**	ns
TC	Ns	**	ns
Producido	Ns	**	ns
Oferta	Ns	ns	ns
Altura de disponible	**	**	ns
Altura de remanente	*	**	Ns

Anexo 3. Diferencias significativas de las variables analizadas de la composición botánica

	Tratamiento	Ciclo de pastoreo	Tratamiento x período
% gram. de disp.	**	ns	ns

Kg gramínea	Ns	**	ns
% leg. de disp.	**	ns	ns
Kg leguminosas	**	**	*
% de suelo descubierto disp.	**	**	*
% de suelo descubierto rem.	Ns	**	ns
% de malezas disp.	**	*	ns
Kg de malezas	**	**	*
% malezas rem.	**	*	ns
Kg malezas rem.	*	ns	ns
% gram. de rem.	**	*	*
Kg gramínea rem.	Ns	**	ns
% leg. en rem.	**	ns	ns
Kg leg. rem.	**	ns	ns

Anexo 4. Altura de forraje disponible y remanente

Altura de forraje disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disponible	60	0,81	0,70	18,31

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24468336,41	21	1165158,88	7,65	<0,0001
BLOQUE	993550,51	2	496775,26	3,26	0,0492
Trat.	2148816,92	3	716272,31	4,70	0,0069
Ciclo pastoreo	20084011,98	4	5021003,00	32,98	<0,0001
Trat.*ciclo pastoreo	1241957,00	12	103496,42	0,68	0,7596
Error	5785348,01	38	152246,00		
Total	30253684,43	59			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=337,93003

Error: 152246,0004 gl: 38

Trat.	Medias	n	E.E.			
4	2338,77	15	100,75	A		
3	2295,87	15	100,75	A	B	
1	1990,09	15	100,75		B	C
2	1900,68	15	100,75			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)**Test: Tukey alfa=0,10 DMS=406,77602**

Error: 152246,0004 gl: 38

Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.				
4	3105,17	12	112,64	A			
5	2390,08	12	112,64		B		
3	1974,54	12	112,64			C	
1	1759,68	12	112,64			C	D
2	1427,31	12	112,64				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)**Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1117,95770**

Error: 152246,0004 gl: 38

Trat.	Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.				
3	4	3554,53	3	225,27	A			
4	4	3445,93	3	225,27	A			
1	4	2910,03	3	225,27	A	B		
4	5	2623,67	3	225,27	A	B	C	
3	5	2551,53	3	225,27	A	B	C	
2	4	2510,17	3	225,27	A	B	C	
1	5	2310,80	3	225,27		B	C	D
2	5	2074,33	3	225,27		B	C	D
4	3	2058,77	3	225,27		B	C	D
2	3	1983,57	3	225,27		B	C	D
3	3	1974,20	3	225,27		B	C	D
1	3	1881,63	3	225,27		B	C	D
4	1	1863,97	3	225,27		B	C	D
3	1	1838,40	3	225,27		B	C	D
2	1	1728,37	3	225,27			C	D
4	2	1701,53	3	225,27			C	D
1	1	1607,97	3	225,27			C	D
3	2	1560,70	3	225,27			C	D

1	2	1240,03	3	225,27	D
2	2	1206,97	3	225,27	D

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

Altura de forraje remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Remanente	60	0,54	0,29	28,48

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3557230,13	21	169391,91	2,16	0,0188
BLOQUE	312699,70	2	156349,85	2,00	0,1496
Trat.	1001963,87	3	333987,96	4,27	0,0108
Ciclo pastoreo	1477898,70	4	369474,67	4,72	0,0034
Trat.*ciclo pastoreo	764667,86	12	63722,32	0,81	0,6347
Error	2973955,20	38	78261,98		
Total	6531185,33	59			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=242,28652

Error: 78261,9790 gl: 38

Trat.	Medias	n	E.E.
3	1135,07	15	72,23 A
4	1085,09	15	72,23 A B
1	864,09	15	72,23 B
2	844,75	15	72,23 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=291,64720

Error: 78261,9790 gl: 38

Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
4	1259,18	12	80,76 A
1	989,61	12	80,76 A B
5	961,83	12	80,76 B
3	925,12	12	80,76 B
2	775,53	12	80,76 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=801,54487

Error: 78261,9790 gl: 38

Trat.	Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
3	4	1545,60	3	161,52 A

4	4	1378,87	3	161,52	A	B
4	1	1300,67	3	161,52	A	B
4	3	1132,10	3	161,52	A	B
3	1	1099,37	3	161,52	A	B
1	4	1093,17	3	161,52	A	B
3	3	1068,57	3	161,52	A	B
2	5	1032,67	3	161,52	A	B
2	4	1019,07	3	161,52	A	B
3	5	1005,50	3	161,52	A	B
1	5	992,67	3	161,52	A	B
3	2	956,30	3	161,52	A	B
4	5	816,47	3	161,52	A	B
1	1	810,13	3	161,52	A	B
4	2	797,37	3	161,52	A	B
1	3	761,57	3	161,52	A	B
2	1	748,27	3	161,52	A	B
2	3	738,23	3	161,52		B
2	2	685,53	3	161,52		B
1	2	662,90	3	161,52		B

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

Anexo 5. Producción de forraje

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Producido	60	0,79	0,67	26,96

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25568181,20	21	1217532,44	6,62	<0,0001
BLOQUE	311116,93	2	155558,47	0,85	0,4369
Trat.	311898,93	3	103966,31	0,57	0,6410
Ciclo pastoreo	23588481,77	4	5897120,44	32,08	<0,0001
Trat.*ciclo pastoreo	1356683,57	12	113056,96	0,62	0,8159
Error	6984993,73	38	183815,62		
Total	32553174,93	59			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=371,31719

Error: 183815,6246 gl: 38

Trat.	Medias	n	E.E.	
4	1689,67	15	110,70	A
3	1614,60	15	110,70	A
1	1566,33	15	110,70	A

2 1491,53 15 110,70 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=446,96509

Error: 183815,6246 gl: 38

Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.		
4	2475,42	12	123,77	A	
1	1924,25	12	123,77		B
3	1498,50	12	123,77		B
5	1490,00	12	123,77		B
2	564,50	12	123,77		C

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1228,41083

Error: 183815,6246 gl: 38

Trat.	Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.					
3	4	2824,00	3	247,53	A				
4	4	2630,00	3	247,53	A	B			
1	4	2435,00	3	247,53	A	B	C		
4	1	2038,33	3	247,53	A	B	C		
2	4	2012,67	3	247,53	A	B	C		
3	1	2010,67	3	247,53	A	B	C		
2	1	1890,00	3	247,53	A	B	C		
1	1	1758,00	3	247,53	A	B	C	D	
4	5	1640,33	3	247,53	A	B	C	D	E
1	5	1605,67	3	247,53	A	B	C	D	E
4	3	1599,67	3	247,53	A	B	C	D	E
2	3	1597,33	3	247,53	A	B	C	D	E
1	3	1509,67	3	247,53		B	C	D	E
2	5	1394,67	3	247,53			C	D	E
3	5	1319,33	3	247,53			C	D	E
3	3	1287,33	3	247,53			C	D	E
3	2	631,67	3	247,53				D	E
2	2	563,00	3	247,53				D	E
4	2	540,00	3	247,53				D	E
1	2	523,33	3	247,53					E

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

Anexo 6. Forraje desaparecido

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Desaparecido	60	0,73	0,58	30,34

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18627478,63	21	887022,79	4,93	<0,0001
BLOQUE	314963,03	2	157481,52	0,88	0,4251
Trat.	456205,33	3	152068,44	0,85	0,4779
Ciclo pastoreo	15656712,27	4	3914178,07	21,75	<0,0001
Trat.*ciclo pastoreo	2199598,00	12	183299,83	1,02	0,4520
Error	6838524,30	38	179961,17		
Total	25466002,93	59			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=367,40346

Error: 179961,1658 gl: 38

Trat.	Medias	n	E.E.
4	1526,40	15	109,53
3	1413,33	15	109,53
1	1367,87	15	109,53
2	1284,93	15	109,53

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=442,25402

Error: 179961,1658 gl: 38

Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
4	2141,25	12	122,46
5	1787,25	12	122,46
3	1348,92	12	122,46
1	934,75	12	122,46
2	778,50	12	122,46

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1215,46323

Error: 179961,1658 gl: 38

Trat.	Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
4	4	2383,33	3	244,92
3	4	2346,33	3	244,92

4	5	2202,33	3	244,92	A	B	C			
1	4	2103,33	3	244,92	A	B	C	D		
3	5	1859,33	3	244,92	A	B	C	D	E	
2	4	1732,00	3	244,92	A	B	C	D	E	F
1	5	1706,00	3	244,92	A	B	C	D	E	F
2	3	1544,67	3	244,92	A	B	C	D	E	F
1	3	1411,00	3	244,92	A	B	C	D	E	F
2	5	1381,33	3	244,92	A	B	C	D	E	F
4	3	1265,00	3	244,92	A	B	C	D	E	F
3	3	1175,00	3	244,92	A	B	C	D	E	F
2	1	1141,33	3	244,92		B	C	D	E	F
4	2	1043,33	3	244,92			C	D	E	F
1	1	948,33	3	244,92				D	E	F
3	1	911,33	3	244,92				D	E	F
3	2	774,67	3	244,92					E	F
4	1	738,00	3	244,92					E	F
1	2	670,67	3	244,92					E	F
2	2	625,33	3	244,92						F

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

Anexo 7. Producción de forraje acumulada

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Producido acumulado		12	0,35	0,00 12,31

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3112476,42	5	622495,28	0,65	0,6739
BLOQUE	1551240,17	2	775620,08	0,81	0,4886
Trat.	1561236,25	3	520412,08	0,54	0,6706
Error	5752730,50	6	958788,42		
Total	8865206,92	11			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2298,12629

Error: 958788,4167 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
4	8448,67	3	565,33 A
3	8072,67	3	565,33 A
1	7831,67	3	565,33 A
2	7457,33	3	565,33 A

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

Anexo 8. Oferta de forraje

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OF	60	0,36	5,0E-03	33,60

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39,86	21	1,90	1,01	0,4709
BLOQUE	14,38	2	7,19	3,84	0,0302
Trat.	7,96	3	2,65	1,42	0,2527
Ciclo pastoreo	8,83	4	2,21	1,18	0,3354
Trat.*ciclo pastoreo	8,69	12	0,72	0,39	0,9601
Error	71,12	38	1,87		
Total	110,98	59			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,18486

Error: 1,8717 gl: 38

Trat.	Medias	n	E.E.
4	4,45	15	0,35 A
3	4,42	15	0,35 A
1	3,73	15	0,35 A
2	3,69	15	0,35 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,42625

Error: 1,8717 gl: 38

Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
3	4,70	12	0,39 A
4	4,20	12	0,39 A
5	4,11	12	0,39 A
1	3,67	12	0,39 A
2	3,67	12	0,39 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=3,91981

Error: 1,8717 gl: 38

Trat.	Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
4	3	5,42	3	0,79 A
3	3	5,18	3	0,79 A
3	4	5,01	3	0,79 A

4	4	4,77	3	0,79	A
3	5	4,42	3	0,79	A
4	1	4,38	3	0,79	A
4	5	4,34	3	0,79	A
2	3	4,23	3	0,79	A
3	1	4,13	3	0,79	A
2	2	3,99	3	0,79	A
1	3	3,99	3	0,79	A
1	2	3,98	3	0,79	A
1	5	3,89	3	0,79	A
2	5	3,80	3	0,79	A
1	4	3,67	3	0,79	A
3	2	3,38	3	0,79	A
2	4	3,34	3	0,79	A
4	2	3,33	3	0,79	A
1	1	3,12	3	0,79	A
2	1	3,06	3	0,79	A

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

Anexo 9. Ganancia media diaria

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GMD	60	0,72	0,58	53,57

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	11,54	20	0,58	5,07	<0,0001	
Ciclo de pastoreo		10,14	4	2,54	22,27	<0,0001
Trat.	0,32	3	0,11	0,93	0,4364	
PV inicial	0,06	1	0,06	0,54	0,4673	0,01
Ciclo de pastoreo*trat.		1,08	12	0,09	0,79	0,6569
Error	4,44	39	0,11			
Total	15,98	59				

Test: Tukey alfa=0,05 DMS=0,39391

Error: 0,1139 gl: 39

Ciclo de pastoreo	Medias	n	E.E.
4	1,21	12	0,10
1	0,85	12	0,10
5	0,66	12	0,10
3	0,45	12	0,10
2	-0,02	12	0,10

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

Test: Tukey alfa=0,05 DMS=0,33063

Error: 0,1139 gl: 39

Trat.	Medias	n	E.E.
1	0,74	15	0,09 A
3	0,64	15	0,09 A
4	0,63	15	0,09 A
2	0,51	15	0,10 A

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

Test: Tukey alfa=0,05 DMS=1,04548

Error: 0,1139 gl: 39

Ciclo de pastoreo	Trat.	Medias	n	E.E.
4	1	1,62	3	0,19 A
1	1	1,19	3	0,19 A B
4	4	1,15	3	0,20 A B
4	2	1,07	3	0,20 A B C
4	3	1,01	3	0,20 A B C D
5	3	0,83	3	0,20 A B C D E
1	4	0,82	3	0,20 A B C D E
1	3	0,75	3	0,20 A B C D E
5	4	0,70	3	0,20 A B C D E
1	2	0,64	3	0,20 A B C D E
5	2	0,56	3	0,20 B C D E
3	3	0,54	3	0,20 B C D E
5	1	0,53	3	0,19 B C D E
3	4	0,48	3	0,20 B C D E
3	2	0,40	3	0,20 B C D E
3	1	0,37	3	0,19 B C D E
2	3	0,07	3	0,20 C D E
2	4	0,01	3	0,20 D E
2	1	-0,03	3	0,19 D E
2	2	-0,13	3	0,20 E

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

Anexo 10. Cuadro de disponible según ciclo de pastoreo

Ciclo pastoreo	Disponible
4	3105,2 A
5	2390,1 B
3	1974,5 C
1	1759,7 CD
2	1427,3 D

Anexo 11. Composición botánica em porcentajes para cada tratamiento en los diferentes ciclos de pastoreo medido en el disponible

Composición botánica en %

Ciclo de pastoreo 1 (disponible)			
	Gramíneas	Leguminosas	Malezas
T ₁	91 A	4 B	4 BCD
T ₂	90 AB	4 B	6 ABCD
T ₃	78 ABC	20 A	2 CD
T ₄	78 ABC	18 A	5 ABCD

Ciclo de pastoreo 2 (disponible)			
	Gramíneas	Leguminosas	Malezas
T ₁	88 ABC	1 B	10 ABC
T ₂	90 AB	3 B	7 ABCD
T ₃	75 BC	21 A	4 BCD
T ₄	75 C	18 A	7 ABCD

Ciclo de pastoreo 3 (disponible)			
	Gramíneas	Leguminosas	Malezas
T	84 ABC	3 B	13 A

1			
T2	90 AB	2 B	9 ABCD
T3	75 C	23 A	3 CD
T4	75 BC	21 A	4 BCD

Ciclo de pastoreo 4 (disponible)			
	Gramíneas	Leguminosas	Malezas
T1	83 ABC	4 B	13 B
T2	85 ABC	7 B	8 ABCD
T3	82 ABC	22 A	3 CD
T4	76 BC	21 A	4 BCD

Ciclo de pastoreo 5 (disponible)			
	Gramíneas	Leguminosas	Malezas
T1	86 ABC	6 B	8 ABCD
T2	91 A	4 B	5 ABCD
T3	74 C	25 A	0 D
T4	79 ABC	19 A	1 CD

Anexo 12. Tasa de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TC	60	0,70	0,54	36,65

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30386,47	21	1446,97	4,28	0,0001
BLOQUE	1358,12	2	679,06	2,01	0,1482
Trat.	269,43	3	89,81	0,27	0,8497
Ciclo pastoreo	27516,90	4	6879,22	20,35	<0,0001

Trat*ciclo pastoreo	1242,03	12	103,50	0,31	0,9843
Error	12845,90	38	338,05		
Total	43232,37	59			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=15,92371

Error: 338,0501 gl: 38

Trat	Medias	n	E.E.
4	53,51 15	4,75	A
1	49,97 15	4,75	A
3	49,54 15	4,75	A
2	47,64 15	4,75	A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=19,16783

Error: 338,0501 gl: 38

Ciclo pastoreo	Medias	n	E.E.
5	84,21 12	5,31	A
3	61,76 12	5,31	B
4	49,22 12	5,31	B
2	28,09 12	5,31	C
1	27,55 12	5,31	C

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