

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE VERDEOS
INVERNALES PUROS Y MEZCLAS CON LEGUMINOSAS

por

Bruno Mario BAZZINI FINOCCHIO
Matías Agustín RÍOS MONTAÑO
Juan Ignacio SANGUINETTI PERNA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. MSc. Javier García

Ing. Agr. Elena Maihlos

Fecha: 7 de julio de 2021

Autores: -----
Bruno Bazzini Finocchio

Matías Ríos Montaña

Ignacio Sanguinetti Perna

AGRADECIMIENTOS

En especial énfasis a nuestras familias por ser el apoyo incondicional durante todo el transcurso de la carrera.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por su invaluable apoyo a la elaboración de este trabajo, al igual que al Ing. Agr. MSc. Javier García por su colaboración.

A todas las personas, amigos, compañeros de carrera que de una manera u otra fueron parte de este logro cumplido.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	viii
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. GENERALIDADES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	2
2.1.1. <u>Características de las especies evaluadas</u>	3
2.1.1.1. <i>Lolium multiflorum</i> (diploide y tetraploide).....	3
2.1.1.2. <i>Trifolium resupinatum</i>	4
2.1.1.3. <i>Trifolium vesiculosum</i>	6
2.2. DINÁMICA DE LA MEZCLAS FORRAJERAS ANUALES.....	6
2.2.1. <u>Producción estacional</u>	8
2.2.1.1. Aporte forrajero del <i>Lolium multiflorum</i>	8
2.2.1.2. Aporte forrajero del <i>Trifolium resupinatum</i>	9
2.2.1.3. Aporte forrajero del <i>Trifolium vesiculosum</i>	9
2.2.2. <u>Factores de manejo</u>	10
2.2.2.1 Fecha de siembra.....	10
2.2.2.2 Densidad de siembra.....	11
2.3.1. <u>Nitrógeno</u>	12
2.3.2. <u>Fósforo</u>	15
2.4. EFECTO DEL PASTOREO.....	17

2.4.1. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	18
2.4.1.1. Intensidad.....	18
2.4.1.2. Frecuencia	18
2.4.2. <u>Efectos del pastoreo sobre las especies en estudio</u>	19
2.4.3. <u>Efecto del pastoreo sobre la fisiología de la planta</u>	21
2.4.3.1. Efectos sobre el rebrote	22
2.4.3.2. Efecto del pastoreo sobre la producción de forraje	23
2.4.3.3. Efecto sobre la morfología y estructura de la planta	23
2.4.3.4. Efectos sobre la composición botánica	24
2.4.3.5. Efectos sobre la calidad	25
2.4.4. <u>Efecto sobre la utilización del forraje</u>	26
2.4.5. <u>Efectos del pastoreo sobre la performance animal</u>	27
2.5. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	28
2.5.1. <u>Generalidades sobre la producción animal</u>	28
2.5.2. <u>Relación oferta de forraje-consumo</u>	29
2.5.3. <u>Relación entre consumo-disponibilidad y altura del forraje</u>	30
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	32
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	32
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	32
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	32
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	32
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	33
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	33

3.1.6. <u>Diseño experimental</u>	34
3.2.1. <u>VARIABLES DETERMINADAS</u>	35
3.2.1.1. <u>Altura de la MS presente</u>	35
3.2.1.2. <u>Biomasa presente pre y pos pastoreo (remanente)</u>	35
3.2.1.3. <u>Composición botánica</u>	36
3.3. <u>HIPÓTESIS</u>	36
3.3.1. <u>Hipótesis biológica</u>	36
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	37
3.4. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	37
3.4.1. <u>Modelo estadístico para la producción de forraje</u>	37
3.4.2. <u>Modelo estadístico para la producción animal</u>	38
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	39
4.1. <u>INFORMACIÓN METEOROLÓGICA</u>	39
4.1.1. <u>Precipitaciones</u>	39
4.1.2. <u>Temperatura</u>	40
4.2. <u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u>	41
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	41
4.2.2. <u>Forraje remanente</u>	42
4.2.3. <u>Forraje desaparecido</u>	43
4.2.4. <u>Altura del disponible y del remanente</u>	44
4.2.5. <u>Crecimiento ajustado</u>	45
4.3. <u>COMPOSICIÓN BOTÁNICA</u>	46
4.3.1. <u>Composición botánica del forraje en porcentaje</u>	46

4.3.2. <u>Composición botánica del disponible en materia seca</u>	48
4.3.2.1. Fracción gramínea	48
4.3.2.2. Fracción leguminosa	49
4.3.2.3. Fracción malezas	51
4.3.4. <u>Composición botánica del remanente medida en materia seca</u>	52
4.3.4.1. Fracción gramínea	52
4.3.4.2. Fracción leguminosa	53
4.4. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	53
5. <u>CONCLUSIONES</u>	56
6. <u>RESUMEN</u>	57
7. <u>SUMMARY</u>	59
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	61
9. <u>ANEXOS</u>	71

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Forraje producido (kg/MS) con respecto a los tratamientos.....	41
2. Efectos de los tratamientos sobre los kg MS/há. remanentes	42
3. Forraje desaparecido según fertilización	43
4. Efecto de los tratamientos sobre la altura disponible.....	44
5. Efecto de los tratamientos sobre la altura remanente	45
6. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de forraje	45
7. Efecto de los tratamientos sobre la composición de las fracciones gramíneas y leguminosas.....	47
8. Efecto de la mezcla.....	48
9. Efecto al agregado de N	48
10. Efecto de la fertilización la fracción gramínea en el remanente de MS.....	49
11. Efecto en la fracción leguminosa en el disponible	50
12. Efecto de la interacción mezcla por fertilizante en el remanente de la fracción leguminosa.....	51
13. Cantidad de malezas en el disponible, medida en kg MS/há por tipo de pastura	52
14. Efecto de la fertilización sobre el remanente	52
15. Efecto de las malezas sobre el tipo de pastura.....	53
16. Producción de carne en kg P.V./há y ganancia media individual kg animal/día	55

Figura No.

1. Mapa del diseño experimental	34
2. Registro de precipitaciones durante el periodo de evaluación comparado con la serie histórica	39
3. Registro de temperatura medias durante la etapa de evaluación comparado con la serie histórica	40
4. Composición botánica del disponible medido en Kg MS/há	50
5. Ganancia media diaria individual en kg animal/día en el primer y segundo periodo	54

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la conformación del PIB nacional, la agroindustria es de gran magnitud representando el 8% del total (MGAP. DIEA, 2016).

Siendo este conformado en un 51,4% por la pecuaria, 40,7% por la agricultura, 7,9% por la silvicultura, se divisa un leve detrimento, con respecto al promedio conformado en el período 2010-2016, en la proporción que ocupa la agricultura, siendo afectada positivamente la proporción de la pecuaria y silvicultura, se puede deducir que la agricultura cedió terreno con respecto a lo que se venía viendo.

Observando indicadores propios de cada sector, se pudo inferir que la agricultura está pasando por una etapa en donde se contrae en área desde el 2014 donde se registró el máximo, en cuanto a la ganadería no se ha demostrado variaciones significativas respecto al stock, en este marco se aprecia un aumento en el área mejorada tanto en praderas artificiales como en mejoramientos forrajeros (MGAP. DIEA, 2016). Un evento que se los puede vincular en cierto modo a que en el año 2013 se aplicó el decreto por parte del MGAP el cual establece el plan de uso y manejo responsable de suelos.

En consecuencia, de aplicado dicho decreto y de factores externos a lo productivo, han dado lugar a un incremento en el uso de pasturas sembradas de corta duración buscando aumentar la producción en forraje pensando en un ciclo ganadero y en la utilización en el marco agrícola apuntando a mejorar y restablecer las condiciones de los suelos.

En el presente trabajo englobando dichos indicadores y cambios en la producción agropecuaria, se estudiará la curva de crecimiento de una mezcla forrajera anual, desde otoño hasta primavera. La mezcla, cuyo nombre comercial es "Speed Mix" está compuesta por 70,5% de *Lolium multiflorum* (27% cv.Sabroso, 20% cv.E284, 17,5% cv.Moro y 6% cv.Braçelim), 23,5% de *Trifolium resupinatum* (cv.Maral) y 6% de *Trifolium vesiculosum* (cv.Sagit). Además de construir la curva de crecimiento y evaluar la producción de materia seca, se aplican diversos tratamientos variando los componentes de la mezcla en diferentes parcelas y modificando las dosis de nitrógeno suministradas en busca de alternativas para mejorar la calidad de la dieta y por lo tanto aumentar la producción pecuaria y/o diversificar la agricultura aumentando el nivel de fertilización del suelo luego del proceso de producción de carne.

El objetivo es evaluar la respuesta del agregado de nitrógeno en raigrás puro y en mezcla con leguminosas en la producción de forraje y carne.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Con el fin de que los cultivos sean realmente rentables, deberán ofrecer rendimientos elevados de materia seca de buena calidad en momentos en que las pasturas cultivadas sean incapaces de cubrir los requerimientos animales (Carámbula, 2002a). De esta manera, conocer los principios del crecimiento de las plantas que componen los verdeos o praderas resulta fundamental para el manejo apropiado del pastoreo.

Los verdeos invernales producen un volumen alto con buena calidad de forraje, con lo que se cubriría el déficit ocasionado por un lento crecimiento en el período otoñal y las bajas temperaturas del invierno. Se deben manejar muy ajustadamente debido a que el costo es elevado provocado por el corto período de utilización (Zanoniani y Noëll, 1997).

Las características principales que presentan los cultivos son las de fácil implantación y manejo, integrando cosechas de alta productividad en un período corto de tiempo. Sin embargo, un aspecto que puede considerarse negativo es el alto costo de instalación que posee, siendo superiores a los de las pasturas cultivadas dado que estas últimas son amortizadas de acuerdo con la longevidad de la pastura (Carámbula, 2002a).

Los verdeos son cultivos forrajeros anuales que constituyen elementos fundamentales en la producción de materia seca (Carámbula, 2002a). Los cultivos forrajeros cumplen exitosamente la misión de recargar la entrega de forraje en las épocas críticas de invierno y verano, cuando las especies perennes disminuyen su productividad (Carámbula, 2002a).

El crecimiento de un verdeo supera el doble o triple de la velocidad de una pradera permanente, y la calidad del forraje aportado es acorde para la terminación de los animales, pudiéndose lograr ganancias de 700 gramos por día y con períodos de utilización de 150 a 180 días (Villalba y Hegglin, 2008).

2.1.1. Características de las especies evaluadas

2.1.1.1. *Lolium multiflorum* (diploide y tetraploide)

Se trata de un pasto de origen mediterráneo que se encuentra naturalizado en los campos de la región desde la llegada de los primeros colonizadores. Es una de las mejores gramíneas de invierno y debido a sus excelentes atributos, resulta difícil ser superada por la mayoría de las especies forrajeras (Carámbula, 2002a).

El raigrás es una gramínea anual invernal C3. Presenta un hábito de crecimiento cespitoso, con buen desarrollo radicular y producción de biomasa.

Se adapta a distintos tipos de suelo, aunque expresa mayor productividad en suelos fértiles. Muestra muy buena entrega de forraje en invierno y primavera, variando sus rendimientos de acuerdo a los distintos niveles de fertilidad del suelo. Presenta un alto valor nutritivo y una muy buena apetecibilidad (Carámbula, 2002a).

Posee la capacidad de soportar pastoreos intensos y tiene un excelente rebrote con gran número de macollas. Su capacidad de semillazón es buena y su resiembra es fácil a medida que se incrementa la fertilidad del suelo. Se muestra poco afectado por roya y pulgón (Carámbula, 2002a).

Según Carámbula (2002a), las recomendaciones frente a las densidades de siembra son de 20-30 kg/há para siembras puras, de 10-15 kg/há en mezclas con avena o centeno y de 3-5 kg/há en mezclas mixtas con perennes.

Dentro de sus debilidades, se destaca que esta especie debe reimplantarse todos los años desde la semilla y la precocidad depende de veranos secos y otoños húmedos tempranos. Presenta un rápido descenso del valor nutritivo luego de la emergencia de la inflorescencia (Carámbula, 2002a).

Con respecto al pastoreo directo, los raigrases anuales se ofrecen como plantas rústicas agresivas y muy macolladoras, soportando perfectamente el pisoteo y el diente del animal, además de ofrecer buen piso y rebrote rápido, dado su activo proceso de macollaje. Los raigrases anuales son gramíneas preferenciales para constituir praderas tanto de corta duración (bianuales) como de larga duración (perennes) a fin de darles precocidad en el año de siembra (Carámbula, 2002a).

Los cultivares correspondientes a la especie *Lolium multiflorum* pueden definirse y clasificarse por los requerimientos de frío para florecer (con y sin requerimientos) y por el nivel de ploidía (2n y 4n), diploides y tetraploides respectivamente. La combinación de éstas características genera cuatro grupos distintos. Debido a que se presenta una variación importante en ciclos de crecimiento, existe dentro de cada uno de los grupos, un amplio matiz de cultivares con características diferentes (Carámbula, 2002a).

Con respecto al requerimiento de frío, dentro de la especie *Lolium multiflorum*, el tipo *westerwoldicum* no requiere vernalización y florece con los días largos. Se encuentran cultivares no alternativos, como LE 284 e INIA Cetus. El *Lolium multiflorum* de tipo *multiflorum* posee requerimientos de frío para florecer. En las siembras tardías de invierno y primavera continúan en estado vegetativo hasta el año siguiente, siempre que las condiciones de humedad del verano lo favorezcan (Carámbula, 2002a).

Las principales diferencias que se encuentran de los cultivares tetraploides frente a los diploides es: a) ciclos más largos; b) mayor apetecibilidad al presentar mayor contenido de CHO solubles; c) mayor cantidad de forraje producido en primavera. No obstante, presentan producción de forraje similar, mayor tamaño de semilla que permite mayor vigor inicial, menor resistencia al pastoreo, menor densidad de macollas y macollas de mayor tamaño y erecto, requerimiento de suelos más fértiles, menor capacidad de semillazón, resiembra natural y menor persistencia (Carámbula, 2002a).

2.1.1.2. *Trifolium resupinatum*

El *Trifolium resupinatum*, conocido como trébol persa, es originario de Europa Central y Sur, el Mediterráneo y Suroeste de Asia, siendo un cultivo de heno importante en regiones frías de Irán, Afganistán y otras zonas de Asia con inviernos fríos (INIA, 2012).

Presenta hojas grandes, raíces robustas y ramificadas, tallos gruesos y huecos que pueden alcanzar 90 cm de altura. Presenta bajos niveles de semillas duras (INIA, 2012). Con respecto al valor nutricional, la especie posee una elevada digestibilidad y altos contenidos en proteína bruta (16-28%). Es una especie muy palatable, sin embargo puede causar meteorismo (INIA, 2012). Esta especie es una leguminosa anual invernal o bianual de resiembra natural y de hábito de crecimiento erecto (INIA, 2012). Se adapta a suelos bajos, pesados y húmedos, tolera las heladas intensas, manteniéndose verde, si bien se desarrolla más lentamente a bajas temperaturas (INIA, 2012) durante

el invierno. En primavera presenta una buena producción. Dentro de las variedades más conocidas, las ssp. majus son más productivas.

Puede sembrarse en otoño-invierno (desde marzo hasta agosto), no obstante, para la producción de forraje se recomiendan siembras tempranas en otoño (marzo-inicios de abril) a fin de potenciar el crecimiento invernal y a inicios de primavera. Siembras más tardías deprimen la producción forrajera, aunque podrían aplicarse para sistemas donde se busca la producción de semilla. En siembras tempranas de otoño puede producir 7-8 ton MS/há/año, sin embargo, en años favorables con primavera húmeda e invierno no tan severo, su potencial de producción puede situarse por encima de las 10 ton MS/há/año (INIA, 2012).

La recomendación para la densidad de siembra según INIA (2012), es entre 6 y 8 Kg/há en siembras puras, mientras que en mezclas con gramíneas se debería utilizar de 4 a 6 kg/há. Presenta buena respuesta al fósforo y sus máximos potenciales se alcanzan con niveles de 14 ppm (Bray I) en el suelo (INIA, 2012).

El *Trifolium resupinatum* muestra la capacidad de implantarse correctamente en siembras al voleo en coberturas, si bien puede tener incrementos en producción si se utiliza siembra directa en líneas. Presenta distintas formas de aprovechamiento: la subespecie majus se utiliza preferentemente para la obtención de forraje, donde se realizan los primeros cortes en primavera. Al presentar un rebrote rápido, permite la obtención de 2 a 3 cortes más, todo dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas.

La sub. especie *resupinatum* se utiliza para pastoreo. En especial se aconseja las prácticas de pastoreo diferido a fin de permitir la producción de semillas y asegurar la resiembra natural. La ausencia de semillas duras provoca riesgos de pregerminado de las semillas en la inflorescencia ante eventos de lluvias reiteradas (INIA, 2012).

Su inclusión en verdeos anuales con gramíneas (raigrás/avena) puede contribuir a alargar el ciclo y aumentar la calidad. Se podría asociar con gramíneas y leguminosas bianuales/perennes, realizando un aporte en el primer año y las otras en el segundo y tercer año (INIA, 2012).

Constituye una nueva opción para ser utilizada como cobertura entre cultivos, en forma pura o en mezclas, logrando incorporar nitrógeno al sistema vía fijación biológica (INIA, 2012).

2.1.1.3. *Trifolium vesiculosum*

El trébol vesiculoso aparece más comúnmente en el Estado de Rio Grande del Sur (Brasil) y Norte de Uruguay. Se trata de un trébol con alta germinación a temperaturas bajas (Carámbula, 2002a).

El *Trifolium vesiculosum* es una leguminosa anual invernal de hábito de crecimiento erecto. Es una especie que presenta adaptación a suelos arcillosos pero no tolera suelos mal drenados o sujetos a encharcamiento. Posee una considerable tolerancia a la sequía y presenta buen vigor inicial (Carámbula, 2002a).

Es una de las especies de tréboles anuales que presenta mayor producción de forraje y de muy buena calidad nutritiva. Muestra una buena capacidad de resiembra natural y un alto potencial de fijación de nitrógeno (Carámbula, 2002a).

La principal característica es su raíz pivotante capaz de lograr arraigamiento profundo (1,5 metros) permitiéndole mantenerse verde y productivo, aún después que los pastos anuales tradicionales se han secado (Oram, 1990).

Sus hojas trifoliadas son de gran tamaño. Cada foliolo tiene forma de flecha con una marca grande de color blanco en forma de "V". Las flores son blancas con una leve coloración púrpura. La semilla es de tamaño dos veces mayor que la de trébol blanco (Ovalle et al., 2005).

Se aconseja que su siembra se haga en mezcla con gramíneas, como por ejemplo, avena o raigrás para pastoreo o corte y con algún otro cereal. En el caso de sembrarse asociado a un cereal, el cultivo tendría que ser destinado a heno o semilla. La densidad de siembra recomendada es de 6 a 8 kg/ha (Carámbula, 2002a).

2.2. DINÁMICA DE LA MEZCLAS FORRAJERAS ANUALES

Según Carámbula (2002a) una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación, se produce un proceso de interferencias que puede tener diferentes resultados tales como

una mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o falta total de interferencia.

Las plantas tienen diferencias en cuanto a características y exigencias, pero pueden ser complementarias y ofrecer una mayor producción asociadas respecto a un cultivo puro (Willemin, 1981).

Uno de los objetivos más importantes de la producción de forraje mediante pasturas mixtas, es obtener de éstas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando al mismo tiempo en forma eficiente las principales bondades que presentan ambas familias en beneficio de las producciones animales (Carámbula, 2002a).

Para optar por una mezcla frente a un cultivo puro, el forraje producido debería ser igual o mayor, la distribución estacional de la producción debería ser más uniforme, la calidad del forraje superior y el riesgo del meteorismo menor, siempre y cuando las condiciones climáticas favorezcan la vegetación de ambas especies (Soto, 1996).

Según Thompson y Stout (1992), la inclusión del trébol persa con cebada-raigrás aumenta la proteína y el contenido de materia seca digestible del forraje producido. El mayor valor nutritivo del forraje con trébol persa posiblemente tenga como resultado un aumento en el peso del ganado.

Según Langer (1981), utilizando mezclas simples de especies compatibles el potencial de crecimiento individual es alcanzado con mayor facilidad por reducción de la competencia interespecífica y por lo tanto el manejo es más fácil, si se compara con las mezclas complejas.

Se ha demostrado que la mezcla de gramíneas y leguminosas suministrada como alimento a animales de altos requerimientos nutricionales, como por ejemplo vacas lecheras en producción o novillos en terminación, genera elevadas tasas de ganancia diaria (Carámbula, 2007c).

Al momento de instalar una pastura, el objetivo es obtener una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas. Esta mezcla se considera aceptable si está compuesta por 60 a 70% de gramíneas, 20 a 30% de leguminosas y 10% de malezas (Carámbula, 2002b).

Las especies anuales empleadas para conformar mezclas forrajeras, poseen características distintas en cuanto a morfología, ciclo y rendimiento. Dentro de cada una existen diversos cultivares que presentan variaciones de alta significancia entre ellas. La complejidad implícita de conformar una mezcla forrajera se encuentra en seleccionar especies complementarias, ya sea en estacionalidad de oferta de forraje, calidad, época de siembra, momentos de

fertilizaciones y manejo de la defoliación. Factores que, en conjunto, determinan el potencial productivo de la pastura anual en cuestión (Zanoniani, 2009).

2.2.1. Producción estacional

Debido a que los verdeos puros tienen ciclos cortos, por lo que, para obtener más altos rendimientos y poder ser amortizados, se realizan alargando el período de entrega de forraje desde el otoño hasta la primavera, y se aplica mezclando raigrás con un cereal. La mezcla se realiza de esta forma debido a la precocidad del cereal, más la alta entrega en invierno y primavera del raigrás (Carámbula, 2007c). Carriquiry et al., citados por Carámbula (2007a) sostuvieron que para aprovechar la condición de la precocidad de la avena y realizar un buen pastoreo, estos deben ser en el momento justo ya que retrasarlos tendría efectos no deseados, como por ejemplo encañado y rebrote lento.

2.2.1.1. Aporte forrajero del *Lolium multiflorum*

Como fue mencionado, los raigrases anuales se agrupan de acuerdo a los tipos productivos como raigrases de tipo westerwoldicum, tipo *multiflorum* o italiano y raigrases híbridos o de rotación corta. A su vez existen raigrases diploides, conteniendo 14 cromosomas por célula y tetraploides con 28 cromosomas (Gutiérrez, 2013).

Las fechas de floración de las distintas variedades determinan el ciclo o precocidad de las mismas, en esta línea se clasifican cultivares de ciclo corto o tempranos (floración entre el 25/9 y 5 / 10), intermedio (floración 5/10 y 15/10) y tardíos (15/10 y 25/10). La diversificación en fechas de floración de raigrás en un mismo predio, permite un manejo más ajustado de los picos de producción, manteniendo alta calidad de la oferta global de verdeos por más tiempo y constituyendo un seguro importante en esquemas de producción de semilla, donde la concentración de fechas de floración y cosecha puede ser de alto riesgo (Gutiérrez, 2013).

Dada la alta concentración de semilla de raigrás en la mezcla del cultivar Estanzuela 284 (20%), diploide, tipo westerwoldicum de ciclo corto, como del cultivar sabroso (27%), tetraploide de floración tardía. Resulta adecuado representar gráficamente la estacionalidad de oferta forrajera de

estos grupos de raigrases, a modo de visualizar la alta complementariedad que presentan al momento de estabilizar una alta oferta forrajera en un período de tiempo más prolongado (García, 2010).

2.2.1.2. Aporte forrajero del *Trifolium resupinatum*

Conocido vulgarmente como trébol persa, produce folíolos de pequeño tamaño, abundantes ramificaciones laterales y una producción de semillas con alto porcentaje de semillas duras (95%). La producción media anual se sitúa entre los 1700 a 9600 kg/há, dependiendo del año y el tipo de suelo en el que se desarrolla (Gutiérrez, 2013).

Esta especie es una leguminosa anual invernada o bianual de resiembra natural y de hábito de crecimiento erecto (INIA, 2012). Se adapta a suelos bajos, pesados y húmedos, tolera las heladas intensas, manteniéndose verde, si bien se desarrolla más lentamente a bajas temperaturas (INIA, 2012) durante el invierno. En primavera presenta una buena producción. Dentro de las variedades más conocidas, las ssp. majus son más productivas.

El período de descanso entre pastoreos es de gran relevancia. Estudios realizados en el Sur de Brasil, ilustran diferencias significativas en las ofertas de forraje en un verdeo compuesto por *T. resupinatum* y *L. multiflorum*, demostrando la gran significancia que presenta el hecho de respetar adecuados períodos de descansos (Sganzerla et al., 2015).

2.2.1.3. Aporte forrajero del *Trifolium vesiculosum*

Muestra buena producción en suelos fértiles y bien drenados, sin embargo, no se comporta correctamente en suelos ácidos, con mal drenaje y de baja fertilidad. La resiembra natural resulta positiva debido a la elevada producción de semillas duras. *Trifolium vesiculosum* presenta su mayor crecimiento de invierno a primavera y se extiende hasta principios de verano (Frame, s.f.).

Es una leguminosa anual con mayores exigencias en fertilidad que otros tréboles (como el subterráneo) por lo que su primer crecimiento es lento, particularmente en el año de siembra, en el que la producción de forraje es tardía (Carámbula, 2002a). En cambio, en las resiembras naturales produce forraje en épocas más tempranas, permitiendo ofrecer una mayor producción

invernal como resultado de una germinación adelantada, un proceso rápido de nodulación y una población mayor de semillas, favoreciendo un crecimiento anticipado en otoño (Carámbula, 2002a).

Durante varios meses las plantas permanecen con hábito postrado en forma de roseta, permaneciendo sus meristemos de crecimiento cerca del suelo y fuera del alcance de los animales. Como resultado, permite recibir pastoreos continuos sin inconvenientes serios, aún en inviernos húmedos. No obstante, a medida que aumenta la temperatura desarrolla tallos erectos y a pesar de adoptar este hábito de crecimiento, se adapta al pastoreo sin problemas. Cuando los tallos alcanzan 15-20 cm de altura puede ser pastoreado, pero cuando éstos miden 10 cm el ganado debe ser retirado de la pastura (Carámbula, 2002a).

2.2.2. Factores de manejo

2.2.2.1 Fecha de siembra

Los raigrases de tipo *multiflorum* tienen requerimientos de frío para que puedan florecer, a diferencia de los de tipo *westerwoldicum* que no requiere vernalización. Los tipo *multiflorum* sembrados en el invierno tarde no florecerán ese año (Carámbula, 2003).

En general las especies que componen los verdeos son gramíneas anuales de ciclo productivo invernal, aunque se pueden comportar como bianuales dependiendo de los requerimientos de frío. Los óptimos de temperatura para las especies se encuentran entre los 15 °C y 20 °C. En el verano las semillas se mantienen para germinar en otoño cuando las condiciones sean favorables (Zanoniani et al., 2003).

La humedad en exceso o en deficiencia que se puede dar en invierno, aunque no es lo más común, puede interferir en la producción normal de los verdeos, pero en general la humedad es suficiente para la producción normal de dichas pasturas (Carámbula, 2007a).

La fecha de siembra se debe ajustar debido al clima, un atraso incurriría en crecimientos menores por las temperaturas que disminuyen progresivamente en el correr del año, retrasando el ingreso de los animales a pastorear, lo cual se daría entrado el invierno donde los problemas de piso se suman al pisoteo. Otro inconveniente es que disminuye la producción de materia seca, y esta se

entregaría en la primavera en donde hay condiciones favorables para la utilización pasturas (Zanoniani y Noëll, 1997).

El atraso en la fecha de siembra del raigrás disminuye las tasas de crecimiento al primer pastoreo y además atrasa la entrada de los animales. La entrada se debe dar a los 60 a 70 días desde que el cultivo emerge (Costa et al., 2004).

2.2.2.2 Densidad de siembra

Tomando en cuenta el material genético del raigrás y el nivel de ploidía, se sugiere una siembra de 20 kg/há de raigrás diploide y 30 kg/há de material tetraploide (Costa et al., 2004).

Manejar la población adecuada implica llegar a un IAF óptimo rápidamente, evitando retrasar el ingreso de animales y que se provoque desperdicio de radiación solar (Carámbula, 2007c).

Se cumplen las metas planteadas en los verdeos, con altas densidades de siembra y reduciendo la distancia entre hileras (Holt, Bisnhoi y Huges, citados por Carámbula, 2007c).

2.3 FERTILIZACIÓN

Según Carámbula (2002b) cuando se refiere a plantas, se conoce como macronutrientes a aquellos nutrientes que son necesarios para su mayor crecimiento y desarrollo, en mayor grado que el resto de los nutrientes. Los macronutrientes son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Resultan vitales para las plantas, por cumplir funciones específicas e insustituibles por otros nutrientes.

Tomando en cuenta lo antedicho, la aplicación de fertilizantes de forma adecuada es el recurso más importante y viable para ajustar la presencia de aquellos nutrientes que requieren las plantas (Carámbula, 2002b).

Aplicaciones de nitrógeno y fósforo muestran mayores respuestas que fertilizaciones con uno de los dos nutrientes. Para agregar solo nitrógeno debe haber niveles aceptables de fósforo, entre 10-15 ppm (Krüger et al., 2014).

2.3.1. Nitrógeno

Se cuenta con dos fuentes importantes de nitrógeno, ambas tomadas de la atmósfera, una por medios biológicos y la otra por medios químicos para producción de fertilizantes. La utilización de una u otra fuente depende tanto de la preferencia del productor como del tipo de cultivo, es decir las necesidades impuestas por las pasturas. La posibilidad de manejar la oferta de nitrógeno químico en función de las dosis y momentos de aplicación a lo largo de las fases de desarrollo de cultivo, permite direccionar parcialmente el crecimiento para maximizar los componentes de los rendimientos de forraje (Risso, 1994) o de semillas (Formoso, 1996).

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales más importantes para las plantas y se requiere en cantidades comparativamente grandes. En la planta se puede encontrar en los aminoácidos, por tanto forma parte de las proteínas y las amidas, la clorofila y hormonas (auxinas y citoquininas, nucleótidos, vitaminas, alcaloides y ácidos nucleicos). Una buena gestión del nitrógeno puede optimizar los rendimientos del cultivo y pasturas, aumentar la rentabilidad y reducir al mínimo las pérdidas de nitrógeno (Formoso, 1996).

La respuesta a la fertilización dependerá de la dosis y el momento de aplicación, es decir de la tasa potencial de crecimiento de la pastura en ese momento, condicionada por su estado y composición botánica (Ayala y Carámbula, 1994). En general, las mejores condiciones se dan en pasturas de alta producción dominadas por gramíneas y con buena capacidad para incrementar el número de macollas y el tamaño de las mismas.

Dosis de 50-60 kg/há de N por aplicación producen respuestas seguras en la mayoría de los suelos ganaderos, dosis menores del orden de 25-30 kg/há son menos predecibles, pudiendo obtenerse respuestas menores que duplicando la dosis en la mitad de la superficie. Las aplicaciones anuales de fertilizante nitrogenado no deberían superar los 250 kg/há de N fraccionadas en no más de dos veces en otoño y de tres veces entre fin de invierno e inicio de primavera (Agnusdei et al., citados por Carámbula, 2002b).

La fertilización nitrogenada no sólo es capaz de llevar a incrementos globales de materia seca, sino que además puede producir desplazamientos o incrementos estacionales de la producción (Rebuffo, 1994).

En cambio, en pasturas dominadas por leguminosas, normalmente no se esperan respuestas importantes al agregado de N. La baja población de gramíneas en tales pasturas restringe severamente el potencial de cualquier

respuesta y el N aplicado normalmente resulta en una sustitución de leguminosas por gramíneas (Mazzanti et al., 1997).

Mazzanti et al. (1997) concluyeron que con dosis crecientes de nitrógeno se incrementó la producción de forraje, hasta un máximo de 250 kg/há, aunque a partir de 100 y 150 kg/há de nitrógeno no hay diferencia estadística para raigrás y avena, donde los tratamientos fertilizados resultaron aproximadamente tres veces superiores a los tratamientos no fertilizados. Agnusdei et al. (2001) observaron que además del aumento de producción, las aplicaciones invernales de N adelantaron la máxima acumulación de forraje de los verdes entre 20 y 30 días.

Para cuantificar el grado de respuesta, Zanoniani y Noël (1997) definieron rangos de respuesta para verdes de invierno, donde una alta respuesta es aquella en la que se obtienen más de 25 kg de materia seca de forraje por cada kg de nitrógeno agregado. Alta respuesta es la que produce entre 10 y 25 kg de forraje por kg de nitrógeno y respuesta media se refiere a 5 a 10 kg de materia seca por kg de nitrógeno.

La expresión del potencial de crecimiento se encuentra limitada por la disponibilidad de nitrógeno aportada por los suelos en determinada época del año (Fernández et al., Marino et al., Mazzanti et al., citados por Mazzanti et al., 1997). Experimentos realizados por Kruger y Vananzi (2010) en Argentina, concluyeron que en suelos con alta fertilidad inicial (107 kg de N/há en primeros 60 cm) no hubo respuesta a la dosis de N agregada sobre una avena en forma de urea, en cambio en suelos de baja fertilidad (31 kg de N/há. en primeros 60cm) hubo respuesta para todas las aplicaciones mayores a 40 kg de N/há.

En cuanto a la morfología de las plantas, Mazzanti et al. (1997) observaron que el nitrógeno modifica variables como tamaño final de hojas, largo del pseudotallo y tallo, densidad y peso promedio de los macollos. Por ejemplo, sus trabajos sobre raigrás anual y avena mostraron la capacidad de incrementar la tasa de elongación foliar en respuesta a la fertilización nitrogenada. La tasa de elongación foliar evolucionó en forma exponencial con la temperatura para las dos especies en todos los niveles de fertilización. La respuesta de la TEF a la fertilización nitrogenada tiende a ser limitada cuando la temperatura media diaria del aire es menor a 8°C. Sin embargo, los tratamientos fertilizados, mostraron mayor tasa de elongación foliar que los no fertilizados para una misma temperatura (Marino, 1996). Trabajos de Wilman y Wright, citados por Azanza et al. (2004) reportan aumento en la tasa de elongación foliar de 0,64 a 1,34 cm/día debido a la aplicación de 500 kg/há/año de N respecto a cultivos sin nitrógeno.

Una fertilización con 200 kg de N/há/año incrementó 6,6 veces el número de macollos en pasturas de *Lolium perenne* defoliadas a intervalos de 4-5 semanas. Para el mismo nivel de N, el aumento de los intervalos entre cortes redujo el número de macollos. Probablemente esta interacción entre la fertilización y la frecuencia de cortes esté determinada por las modificaciones inducidas por el corte en la calidad de la luz. El pastoreo favorece la entrada de luz a los estratos inferiores y por lo tanto provoca aumento en la relación Rojo/Rojo Lejano (R/RL), lo que promueve el macollaje. Esta señal se reduce a medida que se acumula área foliar (Scheneiter y Bertín 2005a, Deregibus et al., Carámbula, Matthew et al., citados por Zanoniani 2009) hasta el punto en que estos excesos de follaje producidos por nitrógeno y subpastoreo, provocan muerte de los macollos más pequeños y jóvenes, bajando la densidad de los macollos (Pírez González, 2012).

Ante la variable aparición de hojas, Gastal y Lemaire, citados por Mazzanti et al. (1997) no encontraron respuesta a esta variable en función del N agregado, aunque Anslow, citado por Mazzanti et al. (1997) demostró que, ante situaciones de carencias severas de nitrógeno, con la fertilización nitrogenada se visualizan incrementos en la tasa de aparición de hojas en gramíneas forrajeras.

En cuanto a la relación entre la FBN y la aplicación de N, trabajos realizados por González Rodríguez (1982) en pradera de festuca y trébol blanco, se constató que al aplicar 30 Kg de N/há. se reduce el contenido de trébol en la pradera alrededor de un 45-60% y a su vez, lleva a una reducción de la fijación de nitrógeno de alrededor del 20-30%. En cambio, aplicando 60 Kg de N/há. no hubo una notable reducción del contenido de trébol con relación a la aplicación de 30 Kg de N/há. Sin embargo, la fijación de nitrógeno descendió de un 35 a un 25%. Desde estos aportes, se observó que aunque los totales anuales de fijación por hectárea fueron similares en el primer y segundo año, su distribución fue dependiente del manejo y climatología del año. La sequía de verano anuló la fijación de N en 31 a 44 días en el 1° y 2° año, respectivamente. La fijación de N en invierno fue muy baja por las limitaciones climáticas como bajas temperaturas y registros pluviométricos por encima del promedio y bajos contenidos de trébol. En el segundo invierno tras aplicar dos veces los tratamientos de N, se constataron 62 días de fijación de N nula. La fijación por unidad de trébol fue menor en el segundo corte que en el primero en ambos años y en el segundo año menor que en el primero, a pesar de tener contenidos de trébol mayores. Se concluyó que no hay una relación directa entre el contenido de trébol y fijación de N, sino que se ve afectada por la climatología y en mayor medida por el enriquecimiento de N del suelo provocada por la fijación biológica de N en cortes o años anteriores, o por la repetición de la aplicación de fertilizante nitrogenado.

2.3.2. Fósforo

Es un nutriente esencial para las pasturas, ya que afectan la producción de las leguminosas y por ende, el aporte de N que éstas le harán al sistema a través de la fijación biológica. Los suelos del país presentan niveles muy bajos de P disponible, lo cual limita el crecimiento de pasturas, especialmente de leguminosas derivando a que la fertilización fosfatada conlleve un costo importante en el establecimiento y mantenimiento de una pastura (Quintero et al., 1997).

A partir de ensayos de campo de leguminosas puras y mezclas de gramíneas-leguminosas en suelos de textura medias y pesadas, realizados entre 1976-1989 por la UdelaR. Facultad de Agronomía. Cátedra de Suelos, citados por Bordoli (1998), se plantearon niveles críticos de P (Bray 1) para implantación de 15-16 mg/kg y 8-10 mg/kg para trébol blanco y gramíneas respectivamente.

Referente al suelo, la dosis a aplicar deberá ser mayor cuando menor sea la disponibilidad en el suelo y mayor sea el poder de retención de P del suelo. En trabajos realizados por Quintero et al. (1997) se estima que se requieren de 10 a 30 kg de superfosfato por hectárea para aumentar 1 ppm de P Bray en el suelo. Estos valores varían en función del tipo de suelo especialmente por su textura y en función de la forma de aplicación. Estas dosis son para aplicaciones del fertilizante al voleo y mezclado con el suelo, para fertilizaciones en líneas las dosis pueden reducirse hasta un 20%.

Hay un común acuerdo entre los investigadores que la instalación de una pastura es la etapa más crítica para obtener una pastura productiva. El escaso volumen radicular debido a su lenta implantación exige un alto nivel de fósforo por unidad de suelo. Por tratarse de un nutriente poco móvil en el suelo, el momento tradicional de aplicación de P en un verdeo es a la siembra, por debajo y al costado de la línea de siembra. Cuando no es posible separar la semilla del fertilizante o las dosis son elevadas (riesgo de fitotoxicidad), la fertilización al voleo podría ser una opción.

El P aplicado a la siembra permite su incorporación al suelo y por esto puede ser aprovechado desde el inicio de la pastura, por lo cual es el que mayor respuesta da y el que se utiliza con mayor eficiencia (Quintero et al., 1997).

Autores como Berardo y Marino, Bono et al., Bordoli, Loewy y Ron, Morón, Quintero et al., Quintero et al., Vivas, citados por Quintero y Boschetti (2005) concordaron en que la eficiencia de utilización del fertilizante fosforado

es inferior en dosis divididas respecto a una única aplicación a la siembra. En términos generales se puede esperar una respuesta de 150 a 200 Kg de materia seca por Kg de P aplicado, aunque se han observado valores muy superiores.

Las diferentes especies presentan diferentes requerimientos debido a sus diferencias morfofisiológicas. Con base en esta conjetura, Bordoli (1998) explica los diferentes requerimientos, asentado en los siguientes parámetros:

a) Capacidad de absorber P del suelo: se explica por los caracteres morfológicos de las raíces y fisiológicos de absorción. Dentro de las diferencias en morfología radicular, son claves características como extensión, ramificación y grosor de las raíces, así como el número y longitud de los pelos radiculares, la presencia de micorrizas, entre otros. Por ejemplo, las gramíneas por su sistema radicular más desarrollado y ramificado, poseen mayor capacidad de explorar el suelo y absorber P que las leguminosas, con un sistema radicular pivotante y menos ramificado. Dentro de los aspectos fisiológicos que explicarían diferencias en absorción de P se destaca la tasa de absorción a nivel celular, acidificación de la rizósfera, excreción de fosfatasa a la rizósfera, entre otros.

b) Utilización del P dentro de la planta: la diferente eficiencia interna del P para la producción de MS se debe a distintos requerimientos o concentraciones de P necesarios en la planta y a distinta eficiencia en la translocación interna del P desde la raíz al tallo, estolones y hojas.

El fósforo es un nutriente fundamental para las pasturas porque afecta especialmente la producción de las leguminosas, que aportan N al sistema. La producción y calidad de las pasturas está fuertemente asociada a la presencia de leguminosas, siendo muchas veces causante de la roturación de las praderas por baja productividad. Las leguminosas presentan por lo general, una mayor demanda y respuesta a la fertilización que las gramíneas. El equilibrio entre ambos grupos de especies depende en buena medida de la disponibilidad de este elemento (Bordoli, 1998).

La deficiencia de P restringe el crecimiento radicular, el proceso de fotosíntesis, el transporte de azúcares y otras importantes funciones que influyen directa o indirectamente la fijación de N en las leguminosas.

Los nódulos se desarrollan cuando los pelos radiculares en crecimiento se infectan con la bacteria rhizobium. El tejido de la planta crece alrededor del área infectada, formando el nódulo donde crece la bacteria y fija N elemental de la atmósfera del suelo. Cualquier restricción al desarrollo de la raíz como escasez de nutrientes esenciales como P y molibdeno (Mo), suelo ácido o una

reducción en la fotosíntesis pueden restringir la nodulación y la fijación de N (Bordoli, 1998).

2.4. EFECTO DEL PASTOREO

Una pastura bajo pastoreo es un sistema dinámico en el cual el tejido foliar continuamente producido por macollas, es consumido por animales o se pierde por senescencia. Optimizar la cantidad de forraje recolectado por el animal requiere dos consideraciones: mantener una tasa de acumulación de forraje verde alta y maximizar la eficiencia de utilización del forraje o minimizar las pérdidas del mismo (Gastal et al. 2004, Smetham, citado por Carámbula 2004).

Según Carámbula (2007b) cada pastoreo o corte que se efectúe afecta la entrega de forraje de la pastura a través de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos: el número de pastoreos o cortes (frecuencia) y el rendimiento de cada uno de ellos (intensidad). Las estrategias de manejo basadas en estos factores y el momento de uso de una pradera, tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de la misma (Hernández Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

La producción de forraje en las praderas se puede aumentar, mediante el manejo eficiente de las diferentes estrategias de defoliación, al disminuir o aumentar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthews et al., citados por Garduño et al., 2009).

Las estrategias de manejo en cuanto a intensidad, frecuencia y oportunidad de uso, tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de las especies forrajeras (Hernández Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

2.4.1. Parámetros que definen el pastoreo

2.4.1.1. Intensidad

La intensidad de cosecha hace referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte, el cual está determinado por la altura del rastrojo al retirar los animales. Esto no sólo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por tanto la producción total de la pastura. Parsons y Penning (1988), definen una defoliación severa como la eliminación de la mayor parte del área foliar, y lo consideran sinónimo de una eficiente utilización del crecimiento del pasto. De esta forma mayor intensidad tiene como beneficio la cantidad de forraje cosechado pero como perjuicio la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2007a).

Las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Con altas intensidades de pastoreo se generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje (Zanoniani et al., 2006). Con pastoreos de mayor intensidad se obtiene menor producción, sin embargo la utilización del forraje producido es mayor debido a la mayor remoción de forraje verde y a las menores pérdidas por senescencia (Soca y Chilibroste, 2008).

Por lo tanto, es importante enfatizar la importancia de mantener rastrojos adecuados, con lo que se logran rebrotes más rápidos y más sanos, apoyados por áreas foliares eficientes capaces de utilizar mejor la luz incidente, y a la vez absorber más agua (Matthew, citado por Velasco et al., 2005).

Como recomendación general, las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no operarse así, se puede causar daños irreparables (Carámbula, 2004).

2.4.1.2. Frecuencia

En pastoreos intermitentes la frecuencia de defoliación 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).

Si bien la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que aquella se realice, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será demarcado en teoría por el IAF óptimo (área foliar capaz de absorber el 95% de la luz incidente, Carámbula, 2004).

Cuando no se llega al IAF óptimo debido a una defoliación frecuente, aumenta la relación rojo/rojo lejano, lo que ocasiona el desarrollo de plantas con hojas cortas y altas densidades de tallos. Ocurre lo inverso cuando la pastura alcanza su IAF óptimo a través de defoliaciones menos frecuentes, aumentando la competencia por luz entre plantas, lo que se traduce en hojas largas y baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994).

En la situación, en que las pasturas son sometidas a períodos prolongados de descanso su rendimiento relativo es mayor debido a la posibilidad que tienen de recuperar las reservas (Smetham, 1981).

Con un incremento en la frecuencia de cortes, el número de puntos de crecimiento, la materia seca por planta, el número de hojas y el tamaño de las mismas fueron reducidos (Singh y Sale, citados por Olmos, 2004).

Los pastoreos demasiado frecuentes generan una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, esto genera menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Las disminuciones de las reservas debilitan las plantas aumentando su susceptibilidad al ataque de enfermedades y muerte (Formoso, 2000).

2.4.2. Efectos del pastoreo sobre las especies en estudio

El efecto causado por las defoliaciones varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz por la disposición característica de sus hojas, permitiendo recuperarse más rápidamente que las gramíneas. Dentro de estas últimas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo, por lo tanto, sus rendimientos de forraje resultan menores que el de una gramínea erecta. Se puede afirmar entonces que las gramíneas de porte erecto presentan un mayor rendimiento de forraje con manejos más aliviados (Carámbula, 2007a).

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

La optimización de los sistemas de pastoreo no puede darse sin tenerse en cuenta una maximización de la producción de forraje. Es una interacción explicada por tres factores: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons, citado por Azanza et al., 2004).

El aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente. Esta superficie es determinada por la intensidad de la defoliación y fundamentalmente, por el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 2004).

Mientras crece, la hoja recibe metabolitos de las hojas precedentes, pero una vez desarrollada, es ella quien los aporta tanto a las hojas que le suceden, como a sus macollas hijas y raíces. Sin embargo, a medida que la hoja expandida envejece estos aportes van siendo cada vez menores y aun estando verde, mucho antes de su muerte, puede ser ineficiente (Williams, citado por Carámbula, 2004).

Según Brancato et al. (2004), 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.

La relación entre la estructura de la pastura y la producción y utilización de forraje se ha explicado por el índice de área foliar. La máxima productividad neta se da en un rango de IAF de 3-5 para gramíneas. Con IAF menores, la productividad es limitada por la intercepción de luz, y con IAF mayores, es limitada tanto por el gasto en respiración como por senescencia (Davies, Parsons, Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

De forma muy general, se puede decir que pastoreos frecuentes y poco nitrógeno en el suelo favorecen a las leguminosas. Por otro lado, pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno en el suelo promueve el desarrollo de las gramíneas. Por último, para lograr un buen balance entre gramíneas y leguminosas lo recomendado son pastoreos frecuentes y mucho nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2007a).

Se debe variar las intensidades y frecuencias de pastoreo a lo largo de las diferentes estaciones, así como de los períodos de descanso para semillazón y/o regeneración natural, todo ello relacionado con las condiciones climáticas. El manejo apropiado depende radicalmente de la variabilidad del clima, particularmente con referencia a las lluvias. Por lo tanto, los manejos más adecuados se logran cuando se trata de conciliar cada sistema de producción específico con las condiciones ambientales en que se lleva a cabo el mismo (Carámbula y Terra, citados por Carámbula, 2004).

2.4.3. Efecto del pastoreo sobre la fisiología de la planta

La producción foliar es un proceso continuo, el cual es regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. Bajo pastoreo, las pasturas sufren eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de 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).

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

“El efecto fisiológico de la defoliación en el crecimiento y tasa de expansión de hojas ha sido considerado principalmente como un resultado de una disminución en la fotosíntesis de la planta, provocada por la remoción de área foliar, y consecuentemente de una mayor dependencia de reservas de carbohidratos” (Gastal et al., 2004).

En el momento en que las tasas de crecimiento del forraje comienzan a decrecer, donde la fijación y translocación de energía supera la demanda de los meristemos refoliadores de la parte aérea, la energía sobrante es destinada a restaurar el nivel de reservas previamente utilizado (Smith, citado por Formoso, 1996).

2.4.3.1. Efectos sobre el rebrote

La producción de forraje luego de una defoliación depende del rebrote y de ciertos factores que la afectan (Davies, citado por Cangiano, 1997). Algunos de dichos factores principales que afectan el rebrote son: si hay o no eliminación del meristema apical, el nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente y el área foliar remanente con la eficiencia fotosintética respectiva (Cangiano et al., 1997).

Existen evidencias que el rebrote después del pastoreo depende de la movilización de productos del metabolismo desde las partes remanentes de la planta. La misma ocurre desde el sistema radicular, el tallo, la vaina foliar y las bases de las hojas. Como consecuencia las plantas pastoreadas sin haber atravesado un período de descanso suficientemente largo como para recuperar reservas utilizadas, tendrán un rebrote más lento y por consiguiente un rendimiento menor (Smetham, 1981).

El rebrote de especies forrajeras luego de ser consumidas, se lleva a cabo por una combinación de hojas residuales y reserva de carbohidratos, las que proveen energía al mismo (The Stockman Farmer, 2000). En general las sustancias de reserva se acumulan luego de que los productos de la fotosíntesis cubrieron los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos. Por esto, un exceso en el nivel de reservas se debe a un crecimiento no realizado y si se exagera buscando porcentajes altos de reservas, se producirá poca materia seca, situación que ocurre con pastoreos infrecuentes y aliviados (Carámbula, 2007b).

Para mantener un nivel adecuado de reservas basta con dejar áreas foliares apropiadas luego de los pastoreos, promover las mismas antes de los períodos de latencia, así como demorar la defoliación al rebrotar las plantas después de períodos de estrés (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

Las reservas permiten mantener el vigor en las plantas y asegurar las funciones fisiológicas básicas durante la latencia. También favorecen rebrotes tempranos y rápidos, luego de períodos de latencia o defoliaciones severas, promoviendo a la vez el crecimiento extenso de raíces y rizomas. En leguminosas permiten una mejor nodulación, debido a que la falta de ellas impide el buen funcionamiento de los nódulos, los cuales de no recibir carbohidratos se desprenden al suelo (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

2.4.3.2. Efecto del pastoreo sobre la producción de forraje

El crecimiento de una plántula a partir de la semilla y su crecimiento posterior así como el crecimiento de una planta adulta luego de haber recibido un pastoreo o corte, sigue una curva sigmoidea. Se pueden distinguir tres etapas claramente diferenciadas: una primera etapa de crecimiento lento, una etapa intermedia de crecimiento rápido y una etapa final de escaso crecimiento (Mc Meeckan, citado por Carámbula, 2004).

En un sistema de pastoreo rotacional, la optimización de la producción de forraje para una sucesión de períodos de rebrote implica que se pastoree cuando se alcanza la tasa de crecimiento promedio máxima (Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

Carámbula (2004) reporta que el mayor rendimiento total de una pastura se obtiene si se aprovecha al máximo las ventajas que ofrecen las entregas de forraje en la etapa de crecimiento intermedio, para lo cual la pastura debe ser mantenida, como regla general, en el tramo de crecimiento de rebrote rápido. Realizando pastoreos en dicha etapa, se logra el mejor balance entre la presencia de muchas hojas con alta capacidad de fotosíntesis, una defoliación adecuada con un consumo apropiado por parte de los animales y un porcentaje bajo de material muerto.

Según Almada et al. (2007), la producción de materia seca aumenta a medida que la asignación de forraje alcanza una asignación máxima de 8% de peso vivo. Luego de ese punto, la producción empieza a decrecer por un gran aumento de la tasa de senescencia y la consecuente reducción en la tasa de crecimiento.

2.4.3.3. Efecto sobre la morfología y estructura de la planta

El manejo de pastoreo es otro factor importante de variación. Pasturas bajo pastoreos continuos tienden a ser más densas que las de pastoreo rotativo, especialmente en estratos inferiores. En pastoreos continuos, pasturas mantenidas con bajo IAF presentan una mayor densidad de macollos, siendo estos de menor tamaño. A su vez una mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes, por disminuir el efecto de sombreado en macollos basales (Fernández y Nava, 2008).

El pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran las comunidades vegetales. Esta incidencia depende básicamente

de la especie animal y de la carga que soporte la pastura. La defoliación provoca una disminución en el largo de las hojas en el caso de que el corte ocurra en la vaina, pero no tiene un efecto significativo cuando ocurre en la lámina (Grant et al., Van Loo, citados por Gastal et al., 2004).

La tasa de macollaje aumenta con la intensidad de defoliación de la pastura (Brougham, Langer y Grant, citados por Almada et al., 2007).

El aumento en la tasa de macollaje debido al uso más intenso y frecuente de la pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a la planta, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. El corte de la pastura permite un ambiente lumínico en la base de la misma más favorable para la aparición de macollos (Voisin 1959, Youngner 1972). Casal et al. (1985) mencionan que lo que ocurre es que cuanto menor es la altura de la pastura y mayor entrada de luz hacia el interior del tapiz se altera la calidad de está aumentando la relación rojo/rojo lejano en la base de la planta, aumentando así el macollaje.

Bajo regímenes severos de defoliación, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares, se reduce drásticamente y aumenta la mortalidad de plantas. Un incremento en la frecuencia de cortes en combinación con plantas estresadas por deficiencia de fósforo, puede afectar negativamente la sobrevivencia de plantas, así como defoliaciones severas afectan en mayor medida el desarrollo de las yemas reproductivas, respecto a las yemas vegetativas (Hay y Newton, citados por Olmos, 2004).

Al variar la composición botánica también se modifica la estructura de la pastura. Cargas bajas acompañadas de largos períodos de descanso reducen la densidad del tapiz, al aumentar la altura de las plantas por consecuencia de un alargamiento de los entrenudos. A la inversa, cargas altas y períodos de descanso cortos aumentan la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15 cm), así como aumenta la cantidad de material muerto (Stobbs 1973, Milne et al. 1982).

2.4.3.4. Efectos sobre la composición botánica

Existe un efecto directo de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la composición botánica de la pastura, al tener efectos, por ejemplo, sobre la morfología de las especies (Bryant 1970, Heitschmidt 1984).

“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” (Smetham, 1981).

La eficiencia de utilización de la luz varía entre las diferentes especies dependiendo tanto de la arquitectura de la planta, del hábito de crecimiento y de la posición de sus hojas. Por lo cual a igual valores de índice de área foliar, las leguminosas presentan mayor intercepción de luz que las gramíneas. Un ejemplo de esto observado por Brougham, citado por Carámbula (2004), es que para interceptar un 50% de la luz, el raigrás necesita un IAF de 2,5, mientras que los tréboles solo necesitan un IAF de 1,0.

Las especies que crecen rápido para ubicar las hojas en los estratos superiores del canopeo de la pastura pueden fotosintetizar más eficientemente y sombrear a las plantas vecinas (Hutchings y de Kroon, citados por Almada et al., 2007).

Jones, citado por Carámbula (2007b) concluye que gran parte del descenso en la productividad y el deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es el resultado de manejos incorrectos. También enfatizó la importancia fundamental de las interacciones entre manejo y fertilizante, en el mantenimiento o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura.

Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, las parcelas fertilizadas cambiaban su composición florística predominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no mostraban cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anulaba el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2007b).

2.4.3.5. Efectos sobre la calidad

Existe gran variabilidad entre especies en su grado de apetecibilidad por el animal y en su valor nutritivo. En general las leguminosas son de mayor valor nutritivo que las gramíneas, y entre éstas las templadas (Milot et al., 1987).

Se puede afirmar que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas sobre las gramíneas se debería a que las primeras poseen una menor concentración de paredes celulares, una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta, lo que conduce, precisamente a un mayor consumo (Carámbula, 2004).

La calidad o valor nutritivo de una pastura es función tanto del valor nutritivo, dependiente de la composición (energía, materiales nitrogenados, minerales y vitaminas) y del equilibrio entre ellas, así como de la aptitud de las mismas para ser consumidas (apetecibilidad) en cantidad suficiente (Carámbula, 2004).

Debido al cambio en la relación hoja/tallo, un sistema de cortes frecuentes produce forraje con mayores niveles de proteína y extracto etéreo, pero menores niveles de fibra cruda, que los cortes menos frecuentes (Smetham, 1981).

Para que una pastura mantenga una alta calidad, el manejo del pastoreo debe favorecer la presencia de porcentajes elevados de hojas verdes a lo largo de todo el año. Este estado de hojiosidad permitirá alcanzar porcentajes de digestibilidad comprendidos en un rango de 65 a 75%, dado que el alto contenido de hojas está relacionado básicamente con la presencia de poca pared celular (hemicelulosa, celulosa, y lignina) y alto contenido celular "(azúcares, proteínas, lípidos y minerales, Carámbula, 2004)." *"Por otra parte, se debe tener en cuenta también que de acuerdo con ciertos autores, por cada unidad de incremento del porcentaje de restos secos el porcentaje de digestibilidad de la pastura disminuye un 0,5%"* (Carámbula, 2004).

2.4.4. Efecto sobre la utilización del forraje

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad (intensidad) de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma. Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la cosechable aumenta. Por esto, el manejo que se haga de la pastura (frecuencia y severidad de defoliación) interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura para determinar la fracción cosechable de la misma. Esto es importante para 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).

A IAF altos, no solo baja la productividad neta sino también la utilización del forraje, debido a que el consumo disminuye por la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004).

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

Para lograr la máxima producción debe evitarse defoliaciones tan severas que reduzcan el crecimiento de forraje, pero que sea lo suficientemente intensa como para lograr una eficiencia de cosecha alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

2.4.5. Efectos del pastoreo sobre la performance animal

El consumo es afectado por dos componentes, la pastura y el animal. Con respecto al animal, de acuerdo a las distintas limitantes del consumo, intervienen distintos mecanismos. El mecanismo de bocados presenta un límite superior que es el número y peso de bocados. El mecanismo de distensión tiene como límite el llenado ruminal. Cuando este último es alcanzado, empieza a limitar el consumo por el tiempo de retención. Por otro lado, el tiempo de retención depende de la tasa de digestión y de pasaje. El mecanismo metabólico asume un límite superior en el consumo de energía digestible, el que, cuando es alcanzado, determina el consumo por la concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano et al., 1996).

Hay muchos factores que afectan el consumo de forraje por parte de los animales, relacionados con el animal (edad, peso, condición corporal), la pastura (digestibilidad, composición química), el manejo (oferta de forraje, suplementación, fertilización) y el ambiente (temperatura, humedad, fotoperíodo), entre otros (Cangiano et al., 1996).

La reducción de la oferta de forraje podría disminuir la digestibilidad del forraje consumido (Geenty y Sykes, citados por Hodgson, 1984), pero esta reducción genera un impacto menor en el desempeño animal que el causado por la limitación directa del consumo.

La producción de forraje, la utilización por los animales del mismo, y la conversión de este forraje en producto animal son procesos que se ven afectados por la intensidad de pastoreo, la cual resulta de la relación entre el número de animales y la biomasa presente. Esta intensidad ha sido definida por Mott (1960) como presión de pastoreo, mientras que carga es el número de animales por hectárea sin tener en cuenta el forraje disponible. Hodgson, citado

por Escuder (1996), hace referencia a la carga como una relación que se mantiene durante un período de tiempo, considerando la presión de pastoreo como en un instante dado.

Cuando la disponibilidad de forraje es muy baja, el tamaño de bocado es reducido, y los animales se ven obligados a aumentar el tiempo de pastoreo (Freer, 1981). El aumento en la actividad de pastoreo trae como consecuencia un mayor gasto de energía que puede traducirse en diferencias muy importantes de ganancia de peso, aún con igual consumo de forraje de similar digestibilidad (Sahlu et al., 1989).

Las características de la pastura (composición botánica, cantidad, estructura, relación hoja/tallo, estado fenológico, composición química, digestibilidad) afectarán las ganancias de peso a través del efecto que tienen sobre la ingestión total de nutrientes y del gasto de energía del animal para lograr ese consumo.

Según Dougerthy, citado por Jamieson y Hodgson (1979), la tasa de consumo de materia seca incrementa hasta asignaciones de aproximadamente 10% (10 kg MS/100 kg P.V.). Posteriores incrementos en la asignación no provocan aumentos en la tasa de consumo. 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). Si los factores intrínsecos al animal no son limitantes, la producción por animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas (Allegri, 1982).

2.5. PRODUCCIÓN ANIMAL

2.5.1. Generalidades sobre la producción animal

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

La carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia productiva

de la pastura sembrada. El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo (Chilibroste et al., 2005). Según Escuder, citado por Cangiano et al. (1996) el logro de una alta eficiencia de conversión del pasto producido en producto animal, implica ajustar la carga y el método de pastoreo con el crecimiento de las plantas forrajeras.

Una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido debido a un elevado número de animales por unidad de superficie; pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad siendo éste pastoreado a una baja carga (Elizalde, 1999). Por lo tanto, la producción animal es la consecuencia de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal (Gómez, 1988), en tal sentido el consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990).

Altas presiones de pastoreo pueden causar una reducción en la tasa de crecimiento de la pastura debido al efecto sobre componentes morfogénicos y estructurales de las plantas. Por otro lado, el aumento de la presión de pastoreo evita la acumulación de restos senescentes que afectan negativamente la tasa neta de crecimiento (Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al., 2005).

La mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido (Viglizzo, 1981). Parsons et al., citados por Cangiano et al. (1996) proponen que en pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje; en tanto en pasturas pastoreadas con baja intensidad, lo que domina es el bajo aprovechamiento del forraje producido, disminuyendo linealmente la utilización del mismo.

2.5.2. Relación oferta de forraje-consumo

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 (Jamieson y Hodgson, 1979). Allegri (1982) afirma que la producción por animal y por hectárea está determinada principalmente por las variaciones en la disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes.

Blaser, citado por Escuder (1996) señaló que, tanto con pastoreo continuo como con pastoreo rotativo, es posible alcanzar el máximo consumo potencial para una pastura dada. Los animales que entran primero a las pasturas (punta) muestran mayores ganancias individuales, ya que la selectividad que pueden realizar en esa situación es máxima. No obstante, como forma de lograr una buena utilización del forraje y asegurar un rebrote de calidad, es necesario continuar pastoreando con otro lote de animales, con menores requerimientos (cola). Con pastoreo continuo, pueden obtenerse al inicio, ganancias individuales semejantes, ya que la selectividad será alta también en esa situación. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, hay zonas de la pastura que serán subpastoreadas, en las que comienza a menguar la calidad por el envejecimiento de las hojas, reduciéndose el área de pastoreo y el consumo de los animales. Con pastoreo rotativo, al tener más controlada la defoliación, se le permite a la pastura un mayor crecimiento y mayores oportunidades de selección a medida que transcurre la estación de pastoreo.

Wales et al. (1998) encontraron que, con altas asignaciones de forraje, los animales seleccionaban dietas con una mayor digestibilidad in vitro de la materia seca, una proporción mayor de proteína cruda y con menores niveles de fibra detergente neutro en relación a las dietas seleccionadas con bajas asignaciones de forraje.

2.5.3. Relación entre consumo-disponibilidad y altura del forraje

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

El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo y la altura de la pastura parece ser la característica que tiene mayor incidencia en el peso de bocado (Hodgson, citado por Cangiano et al., 1996).

Laca et al., citados por Cangiano et al. (1996), observaron en novillos, que el peso de bocado fue afectado por la altura y la densidad de la pastura. Frente a una misma cantidad de biomasa, los animales lograron obtener mayores pesos de bocado en pasturas alta y ralas que en las bajas y densas.

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

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Lugar y período experimental

El trabajo fue realizado en Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”); Paysandú, Uruguay. La cual se encuentra ubicada al Este sobre la ruta nacional No. 3, Km 363. Latitud 32°22'26.09"S y longitud 58° 3'52.92"O. El estudio comenzó el 17/06/2017 y finalizó el 3/11/2017.

3.1.2. Información meteorológica

La región geográfica en la cual se ubica Uruguay presenta un clima subtropical húmedo, en donde las precipitaciones tienen distribución isohigro con variabilidad interanual y estacional. El promedio anual registrado para todo el territorio es de 1200 mm (Durán, 1985).

Con respecto a la temperatura, las más altas se presentan en el mes de enero y febrero y las más bajas en junio y julio de acuerdo a la región. De igual manera los cambios de temperaturas son frecuentes y pronunciados en cualquier época del año. La media anual es de 17,5°C, variando de 20°C en la zona Noreste, hasta 16°C en la costa atlántica.

3.1.3. Descripción del sitio experimental

El lugar físico específico se denomina potrero 35, latitud 32°22'26.09"S y longitud 58° 3'52.92"O.

El área experimental está ubicada sobre la Unidad San Manuel, que pertenece a la formación geológica Fray Bentos, según se observa en la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976). Los suelos dominantes encontrados en esta unidad son Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), de superficiales a moderadamente profundos de textura limo

arcilloso (limosa). Asociados a estos, también se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos, de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca (Altamirano et al., 1976).

3.1.4. Antecedentes del área experimental

Previo a la siembra se encontró como antecesor un rastrojo de moha el cual se utilizó para pastoreo animal en otro trabajo. La fecha de siembra de la pastura en estudio fue el 12 de marzo del 2017 para las parcelas en las que el tratamiento comprendió la siembra pura de la especie *Lolium multiflorum* (mismos cultivares y proporciones que la mezcla) y 24 de marzo para aquellas en que se sembró la mezcla forrajera “Speed mix”. La mezcla se compone de 70,5% de *Lolium multiflorum* (27% cv.Sabroso, 20% cv.E284, 17,5% cv.Moro y 6% cv.Braçelim), 23,5% de *Trifolium resupinatum* (cv.Maral) y 6% *Trifolium vesiculosum* (cv.Sagit).

Ambos tratamientos se sembraron en la línea con sembradora a chorrillo en un área total de 4,98 há. El área sembrada con raigrás puro fue de 2,62 há. a una densidad de siembra de 19,8 kg/há, con un peso de mil semillas de aproximadamente 3,06 gramos. Por otro lado, el área de las parcelas mezclas fue de 2,36 há., a una densidad de siembra de 18,8 kg/há, con un correspondiente peso de 1,59 gramos para mil semillas.

3.1.5. Tratamientos

El experimento consta de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. El total de parcelas (16) se dividen en 4 bloques iguales (BI, BII, BIII y BIV, de 4 parcelas c/u), en los que se repite una vez cada tratamiento.

Los tratamientos poseen como objetivo evaluar la interacción entre las mezclas forrajeras y la fertilización nitrogenada, siendo mezcla fertilizada, mezcla sin fertilizar, raigrás puro fertilizado y raigrás puro sin fertilizar. Los tratamientos “fertilizados”, corresponden a la aplicación de nitrógeno en forma de urea, a una dosis de 64 kg de N.há⁻¹ fraccionados en dos aplicaciones de 32 kg cada una. Esta fertilización no incluye la aplicación de 120 kg há⁻¹ de 7-40/40-0 (NPK) realizada a la siembra (común para todos los tratamientos del experimento).

Se realizaron tres períodos de pastoreo con terneros de la raza Holando durante el transcurso del experimento. El primer pastoreo se desarrolló desde el 17/06/2017 al 07/07/2017 para los bloques II y IV, mientras que para los bloques I y III fue desde el 07/07 al 25/07/2017. El segundo pastoreo tuvo como fecha de inicio el 25/07/2017 y 21/08/2017, con fecha de salida el 06/09 y el 26/09/2017, para los bloques II y IV, y I y III respectivamente. Por último, el tercer pastoreo se realizó desde el 20/10 al 25/10/2017 en los bloques II y IV y luego los animales pasaron a las parcelas pertenecientes al bloque I y III el 25/10 hasta el 03/11/2017. Cabe destacar que, para que la revisión de respuesta animal, tiene influencia sobre los parámetros estudiados y resulta de importancia tenerlo en cuenta a la hora de analizar los resultados obtenidos.

3.1.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar. Con un área total experimental de 4,98 há, dividida en 4 bloques de 1,14 há (BI), 1,26 há (BII), 1,61 há (BIII) y 0,97 há (BIV) que se dividieron en 4 parcelas cada uno. El modelo estadístico para el análisis es de un experimento factorial en bloques con dos factores a dos niveles.

Figura No. 1. Mapa del diseño experimental

Tratamiento	R64	M64	M0	R0	B 3				Parcela	Tratamiento
Parcela	1	2	3	4					9	R64
B 1	0,27	0,28	0,26	0,34	0,47				10	M0
					0,41				11	M64
					0,34				12	R0
					0,4				B 4	
B 2	0,23	0,38	0,29	0,35	0,27	0,24	0,21	0,25		
Parcela	5	6	7	8	13	14	15	16		
Tratamiento	M0	M64	R0	R64	R64	M0	M64	R0		

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1. Variables determinadas

3.2.1.1. Altura de la MS presente

La altura del forraje fue contabilizada como la distancia en cm desde el suelo al punto de contacto de la hoja verde más alta del tapiz con la regla, es una variable que se correlaciona directamente con la cantidad de materia seca existente.

Con el fin de medir la altura de la parcela en cada fecha, se realizaron tres mediciones sobre la diagonal en un marco de hierro de 0,10 m². Estas 3 medidas se promediaron, obteniéndose 6 observaciones por parcela, con las que se calculó la media de la parcela.

3.2.1.2. Biomasa presente pre y pos pastoreo (remanente)

La presente variable expresa los kg de materia seca por hectárea en el momento que se tomó la muestra.

El procedimiento consistió en la extracción de 10 muestras por parcela, usando un marco de hierro de 20 por 50 cm (0,10 m²) en los que se realizó el corte del forraje al ras mediante el uso de tijeras de aro. Las 10 muestras fueron introducidas en la misma bolsa y mezcladas, para modo de obtener una muestra homogénea. Posteriormente en el laboratorio se pesó en fresco y se extrajo aproximadamente la mitad de la muestra, luego se pesó la submuestra en fresco y se introdujo en la estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas a fin de volverla a pesar después de perder el agua. Finalmente, con ambos pesos se calculó el porcentaje de materia seca.

Conociendo el peso fresco de la submuestra y del total, se calculó la proporción (en %) de la primera en la segunda. Luego se realizó una regla de tres con los porcentajes y el peso seco de la submuestra, a modo de estimar la cantidad de materia seca de la muestra total. Dicho peso se pasó de gramos a kilogramos y luego de 0,10 m² a hectáreas. De esta manera se obtuvo los kg de

MS/há promedio para cada parcela, las cuales se promediaron para cada tratamiento (4 parcelas por tratamiento).

Para el estudio de la biomasa disponible se empleó un método que consta en restar al último corte (remanente) el valor del primero (disponible) y la diferencia, dividirla entre el primero y luego multiplicarla por 100. El resultado corresponde al incremento de biomasa alcanzado en términos porcentuales durante ese período, dicho incremento porcentual sirve para tener una idea más clara de la magnitud del crecimiento de cada tratamiento, comparando el inicio con el fin de la estación. Cabe aclarar que esta comparación no describe como fue la evolución de las tasas de crecimiento, únicamente expresa la comparación en diferencias de peso.

3.2.1.3. Composición botánica

Para evaluar la composición botánica de la pastura se utilizó el método gravimétrico ya que el mismo permite estimar los kg de materia seca que aporta cada componente de la pastura. Se entiende por análisis gravimétricos el conjunto de técnicas de análisis en las que se mide la masa de un producto para determinar la masa de un analito presente en una muestra. Se cuentan entre los métodos más exactos de la química analítica cuantitativa. De la muestra total recolectada, la cual se mencionó en el ítem anterior, se extrajo además de la submuestra 1, una submuestra 2. Sobre esta última se realizó el análisis de composición botánica. Se pesó la muestra en fresco, luego se clasificó sobre una bandeja utilizando una pinza, en cuatro fracciones: gramínea, leguminosa, malezas y restos secos. Las fracciones fueron pesadas por separado tanto en fresco como en seco y a partir del peso seco se calculó la cantidad de materia seca equivalente en el total de la muestra, correspondiente a cada componente botánico.

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis biológica

Los tratamientos mezcla muestran una superioridad frente a los tratamientos de raigrás puro.

Los tratamientos fertilizados muestran una clara superioridad a los tratamientos sin fertilizar, producto de la respuesta expresada por el raigrás de las mezclas.

Los tratamientos mezcla fertilizados muestran disminuciones en la fracción leguminosas en relación a los tratamientos mezcla sin fertilizar.

La fertilización nitrogenada provoca incrementos en la productividad del tratamiento de raigrás puro, con respecto al raigrás puro sin fertilizar.

3.3.2. Hipótesis estadística

Ho: $T1=T2=T3=T4$.

Ha: existe algún tratamiento distinto.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.4.1. Modelo estadístico para la producción de forraje

Se realizó un factorial dos por dos, con tipos de pasturas (Rjg puro o Rjg mezcla) con dos niveles de fertilización (0N y 64N), evaluándose los efectos puros y su interacción.

$$Y = \mu + B_i + M_j + N_{ik} + (M_j * N_k) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y - es el valor del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima repetición
- μ – media poblacional
- B_i - efecto bloque
- M_j – efecto mezcla
- N_{ik} – efecto nitrógeno
- $M_j * N_k$ – interacción mezcla por nitrógeno
- ϵ_{ijk} – error experimental entre U.E
- N_k dos niveles, 0 y 64 N
- M_j dos mezclas, Rg puro y mezcla
- $M_j * N_k$ cuatro interacciones, Rg0, Rg64, M0, M64

El modelo presenta los siguientes supuestos:

-El modelo es correcto y aditivo.

-A los errores experimentales: que los mismos son variables aleatorias, que ε tiene una distribución normal con media cero y tiene una varianza poblacional y que son independientes.

3.4.2. Modelo estadístico para la producción animal

$$Y_{i1} = \mu + T_i + \beta_1 + \varepsilon_{i1} \text{ con } \varepsilon_{i1} \text{ iid } \sim N(0; \sigma^2)$$

Dónde:

- $i = 1; 2; 3; 4$ tratamientos.
- Y_{i1} – es el valor de la ganancia de peso del i -ésimo tratamiento.
- μ – media poblacional.
- β_1 – covarianza del peso inicial.
- T_i – efecto tratamiento ($T_1; T_2; T_3; T_4$).
- ε_{i1} – error experimental.

El modelo presenta los siguientes supuestos:

-El modelo es correcto y aditivo.

-A los errores experimentales: que los mismos son variables aleatorias, que ε tiene una distribución normal con media cero y tiene una varianza poblacional y que son independientes.

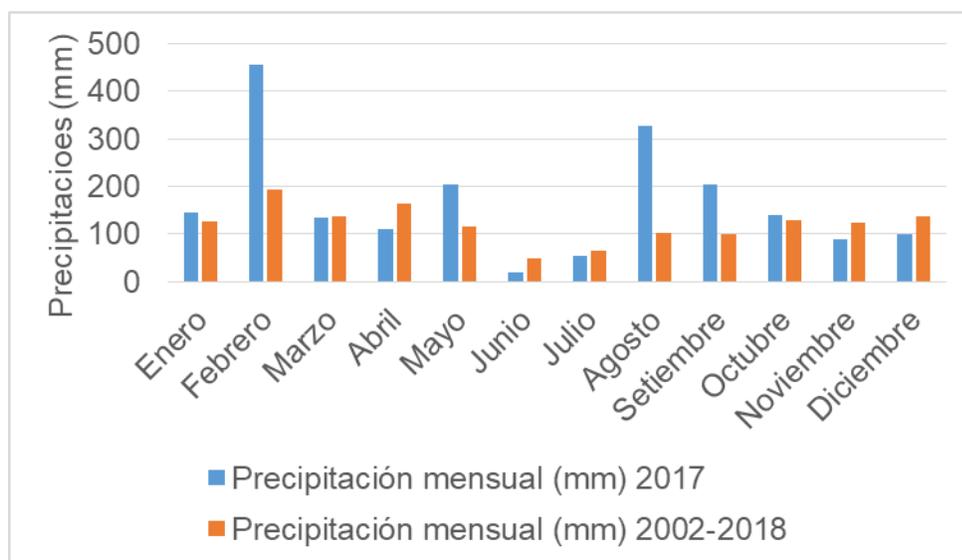
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

En las siguientes figuras se presenta la comparación entre los registros de precipitaciones y temperatura correspondientes al período comprendido entre febrero y diciembre de la serie histórica entre 1961-1990, según el Instituto Nacional de Meteorología (INUMET), con los datos del experimento 2017.

4.1.1. Precipitaciones

Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el periodo de evaluación comparado con la serie histórica

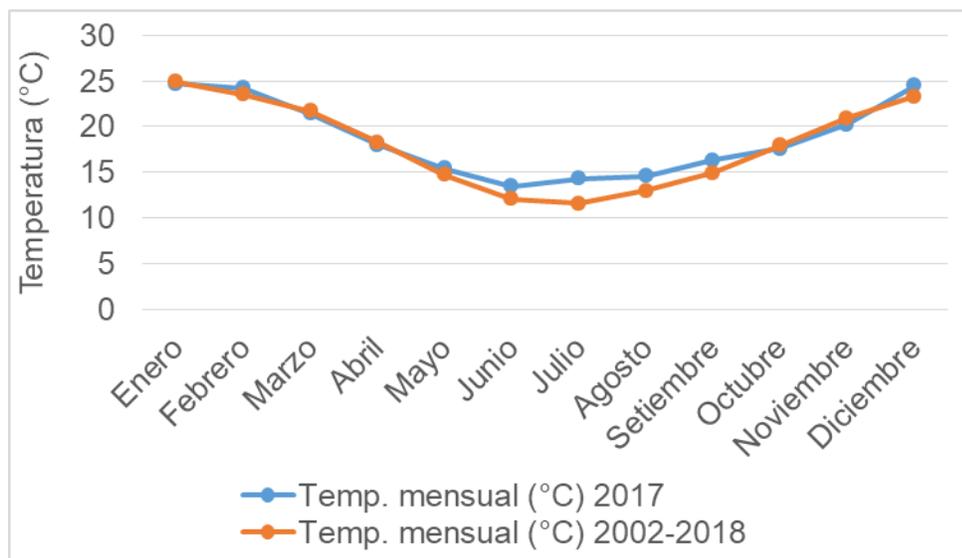


De la figura anterior, se infiere que, en el período de evaluación, las precipitaciones acumuladas fueron mayores que el promedio anual histórico, siendo 1975 mm para el año en estudio y 1442,3 mm para el promedio histórico, particularmente este fenómeno se da a razón de que en los meses de febrero, mayo, agosto y setiembre, las precipitaciones sobre pasaron el promedio mensual histórico.

A modo de resumen, las excesivas precipitaciones registradas en febrero determino una buena carga del perfil edáfico, con condiciones óptimas para realizar la siembra, con una constante recarga en los meses de marzo y abril, situación contraria a lo acontecido en el mes de mayo, donde los excesos de precipitaciones retrasaron el comienzo del pastoreo. Por otra parte, en los meses de junio y julio se denota una falta de precipitaciones siendo el registro menor al promedio histórico, esto repercute, asociado a bajas temperaturas, en una reducción de la producción de forraje, efecto que se potenció por las altas precipitaciones registradas en los meses de agosto particularmente y setiembre, comienzos de primavera.

4.1.2. Temperatura

Figura No. 3. Registro de temperatura medias durante la etapa de evaluación comparado con la serie histórica



Esta figura muestra que la temperatura en el año de estudio estuvo 7 meses por encima, en relación al promedio histórico (2002-2018).

Como se mencionó, fundamentalmente en los meses de mayo a setiembre, donde se abarca todo el invierno, la temperatura media mensual se presentó por encima al promedio, sobre todo en el mes de julio donde la

temperatura media fue aproximadamente 3 °C superior a igual mes de la serie. En la medida que el contenido de agua en el suelo es importante, el crecimiento de las plantas depende de la temperatura media del período. Una mayor temperatura permite mayores tasas de crecimiento (Kg de materia seca /há/día, Olmos López, 1997).

Si bien, en los meses de junio, julio y agosto, la temperatura media del período experimental fue superior a la de la serie histórica, estas se encuentran por debajo del rango óptimo para el crecimiento de las especies sembradas. Según Carámbula (2002a), las temperaturas óptimas para el crecimiento de especies C3, son de 15 a 20 °C.

4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1. Forraje disponible

En el siguiente cuadro se presenta el forraje disponible promedio de todo el periodo experimental presentado como Kg/MS, el cual arroja diferencias significativas los tratamientos Puro 0 y Mezcla 0 con respecto a los demás tratamientos que no presentaron diferencias significativas.

Cuadro No. 1. Forraje producido (Kg/MS) con respecto a los tratamientos

Fertilización	Kg MS/há
64	1585 A
0	1199 B

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,10$).

Los datos presentados anterior mente, muestran que las diferencias vistas en los tratamientos fertilizados con respecto a los no re-fertilizados con urea, se explica básicamente por el aporte de las re-fertilizaciones nitrogenadas mencionadas anteriormente. Esto respalda que la fertilización nitrogenada aumenta la producción de forraje por parte de la fracción gramínea.

Datos reportados por González Rodríguez (1982), concluyó que no hay una relación directa entre el contenido de trébol y fijación de N, sino que se ve afectada por las condiciones climáticas y en mayor medida por el enriquecimiento de N del suelo provocada por la fijación biológica de N en

cortes o años anteriores, o por la repetición de la aplicación de fertilizante nitrogenado. Dado a los datos reportados en el cuadro se puede decir que el aporte nitrogenado por medio de la fijación biológica fue bajo o nulo, evidenciada por la mayor producción de los tratamientos re-fertilizados.

De esto se puede concluir que mediante la fertilización nitrogenada se logran mayores producciones de forraje siendo mezcla o puros visto que entre Puro 64 y Mezcla 64 no hubo diferencias significativas siendo los destacados, en el mismo nutriente. esta línea se vio que Mezcla 0 es el tratamiento con menor producción de forraje incluso menor que Puro 0. Esto puede ser explicado por el nulo aporte por medio de FBN de la leguminosa teniendo así dos especies compitiendo por N.

4.2.2. Forraje remanente

A continuación, se tratará de estudiar e interpretar la interacción de los tratamientos y el pastoreo y sus efectos sobre el remanente promedio de los ensayos, en base a la idea se proceden a presentar el siguiente cuadro.

Cuadro No. 2. Efectos de los tratamientos sobre los Kg MS/há. remanentes

Pastura	Nitrógeno	Rem. Kg MS/há.	Altura
Mezcla	64	691 A	12
Puro	0	619 A	10
Puro	64	612 A	8
Mezcla	0	458 A	8

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

Como se puede observar en el cuadro anterior, los resultados estadísticos determinaron que no existieron diferencias en la cantidad de remanente promedio durante todo el ensayo de los distintos tratamientos. Esto se explica debido a que en primer lugar la asignación de forraje era la misma (8%), previo a cada pastoreo para los diferentes tratamientos, por lo tanto, los animales consumían similares cantidades de forraje. En segundo lugar, se determinó una altura promedio del forraje de 5 cm para el cambio de parcela, determinando que haya similar cantidad de Kg MS/há remanente explicada por la relación entre la altura y la cantidad de forraje existente que se mencionó anteriormente (Hodgson et al.,1986).

4.2.3. Forraje desaparecido

En el siguiente ítem se pasa a analizar lo que aconteció con el forraje desaparecido por tratamientos durante el trabajo.

Cuadro No. 3. Forraje desaparecido según fertilización

Fertilización	Media
64	934 A
0	661 B

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,10$).

La variable Kg Ms/há no solo está relacionada al consumo por parte los animales, sino también, a otras pérdidas existentes por la práctica del pastoreo, como por ejemplo pérdidas relacionadas al pisoteo por el tránsito de los animales.

Con respecto a la variable pastura, se diferencia el nivel de fertilización nitrogenada, presentándose un promedio de producción en Kg MS/ há, mayor de los tratamientos re-fertilizados de los que no tuvieron agregado de N. Lo cual se relaciona con la mayor cantidad de forraje disponible y producida en el tratamiento fertilizado dado que la OF manejada fue similar. La eficiencia de forraje desaparecido por kg de N agregado alcanzó un valor de 12,8 kg MS/kg N agregado dado que se realizaron tres pastoreos, valor que se relaciona con el aumento en la producción en respuesta al nitrógeno agregado lo que es coincidente con Mazzanti et al. (1997). Además de una mayor calidad del forraje como lo menciona Carámbula (2004) que determina un mayor consumo animal.

4.2.4. Altura del disponible y del remanente

En el siguiente se presenta el efecto de los tratamientos sobre la altura disponible promedio para los tres pastoreos.

Cuadro No. 4. Efecto de los tratamientos sobre la altura disponible

Pastura	Fertilización	Altura disp.
Puro	64	18 A
Mezcla	64	17 AB
Mezcla	0	14 AB
Puro	0	13 C

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,10$).

En cuanto a lo presentado en el cuadro anterior se merece comentar que se observaron resultados similares a los de la cantidad de forraje disponible, mencionado anterior mente en el ítem forraje disponible.

Aquellos tratamientos que tuvieron mayor interacción con el nitrógeno, ya sea por re-fertilización nitrogenada, Puro 64 y/o Mezcla 64 que si bien difiere en su límite inferior estadísticamente, también marcaron su buena performance por el aporte de la FBN, y la re-fertilización nitrogenada.

Zanoniani y Nöell (1997) indican que el punto óptimo de pastoreo del raigrás se encuentra entre 15-20 cm, ya que es un momento en el que la luz comienza a ser limitante en el estrato inferior, lo que lleva a que la biomasa remanente sea de buena calidad, no perjudicando el rebrote posterior.

Dichos resultados coinciden con lo dicho por Hodgson et al. (1986), quienes indican que existe una relación positiva entre la altura del forraje y la cantidad de materia seca al aumentar el tamaño de la lámina y la tasa de macollaje y futuras hojas lo cual incrementa la tasa fotosintética.

En el siguiente se presenta la altura promedio al momento de la salida de los pastores realizados por los animales.

Cuadro No. 5. Efecto de los tratamientos sobre la altura remanente

Pastura	Fertilización	Altura rem.
Puro	64	12 A
Mezcla	64	10 A
Puro	0	8 A
Mezcla	0	8 A

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p>0,10$).

Como se menciona en el punto forraje remanente, se evidencia que no hay diferencia estadística entre tratamientos en todo el transcurso del experimento, lo que indica que la diferencia entre los tratamientos fue debida al crecimiento foliar y no a una mayor altura remanente.

Como se nombra anterior mente, la altura remanente es un promedio de los tres remanentes medidos en transcurso del trabajo, desde ese punto de vista, se pudo decir que el manejo del pastoreo no es el recomendado, ya que, Zanoniani y Nöell (1997) recomiendan dejar no menos de 5 cm como altura remanente, debido a la dependencia que tiene el raigrás del área foliar remanente para el rebrote por su escasa capacidad de acumular reservas. Aunque este alto remanente está influenciado en gran medida por el remanente del tercer pastoreo, el cual es en primavera época del año en dónde las pasturas, cumplen con su mayor aporte forrajero.

4.2.5. Crecimiento ajustado

En este cuadro se presentarán los datos de producción de forraje acumulado en promedio, medido en Kg MS/há.

Cuadro No. 6. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de forraje

Fertilización	Kg MS/há prom. por tratamiento	Producción total Kg/ha MS
64	1524 A	4572 A
0	1163 B	3489 B

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p>0,10$).

En el cuadro anterior se observa el efecto de la fertilización nitrogenada en el trabajo, alcanzado valores de 16,9 kg de MS kg de N agregado. En base a lo comentado por Zanoniani y Noël (1997) que mencionan rangos de respuesta para verdes de invierno, donde una alta respuesta es aquella en la que se obtienen más de 25 kg de materia seca de forraje por cada kg de nitrógeno agregado. Respuesta media es la que produce entre 10 y 25 kg de forraje por kg de nitrógeno y respuesta media se refiere a 5 a 10 kg de materia seca por kg de nitrógeno. Se puede afirmar que en el trabajo se presentó una respuesta media al agregado de nitrógeno, en relación al tiempo de trabajo con el crecimiento ajustado promedio.

En base a la producción de forraje medido en MS/há, se conoce la producción esperada para los cultivares utilizados, gramíneas y leguminosas. Es de esperar una performance en producción en siembras tempranas de otoño de 7-8 ton MS/há/año, sin embargo, en años favorables con una primavera húmeda y un invierno no tan severo, su potencial de producción puede situarse por encima de las 10 ton MS/há/año (INIA, 2012). En este experimento los valores de producción fueron menores lo que pudo deberse a los excesos hídricos que se dieron durante el mes de mayo que pudo limitar el contenido de nitrógeno en el suelo, la cantidad de días soleados y la temperatura y por lo tanto la fotosíntesis.

4.3. COMPOSICIÓN BOTÁNICA

La composición botánica de los tratamientos y su evolución a lo largo del trabajo será analizada en los siguientes puntos.

4.3.1. Composición botánica del forraje en porcentaje

A continuación, se presenta la composición botánica y su evolución del disponible promedio para los tratamientos.

Cuadro No. 7. Efecto de los tratamientos sobre la composición de las fracciones gramíneas y leguminosas

Pastura	Fertilización	Gram. %	Leg. %
Puro	64	78 A	5 C
Puro	0	59 B	19 B
Mezcla	64	55 B	32 A
Mezcla	0	55 B	27 AB

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,10$).

En primer lugar, en el caso de las gramíneas, se puede observar que el tratamiento Puro 64 presenta diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás tratamientos, los cuales se muestran iguales estadísticamente, encontrándose entre el 55 y el 59 por ciento en contraste al 79 por ciento del tratamiento Puro 64.

Continuando con la fracción leguminosa, también se encontraron diferencias entre los tratamientos, viendo una marcada heterogeneidad entre ellos. Donde se vio más resentido el aporte por parte de la leguminosa fue donde la fracción gramínea hizo su mejor aporte, esto se vio en el tratamiento Puro 64 donde el aporte de la gramínea fue de un 78% contra un 5% por parte de la leguminosa. También en la misma línea se puede poner al tratamiento Puro 0 en donde el aporte de las leguminosas es estadísticamente inferior con respecto al restos de los tratamientos. Estos tratamientos, Mezcla 0 y Mezcla 64 presentaron mayor proporción de leguminosa presente, destacándose Mezcla 64 con 32% del total, y un 27% en el tratamiento Mezcla 0.

A modo de conclusión, los datos presentados coinciden con los tratamientos, en donde los tratamientos Puros (gramínea) presentan mayor proporción de esta, sobre leguminosas, de las cuales se puede decir que son espontáneas, en este tratamiento no cuenta con fertilización nitrogenada, por ende, compitieron entre sí por espacio y nutrientes.

4.3.2. Composición botánica del disponible en materia seca

4.3.2.1. Fracción gramínea

A diferencia de los puntos anteriores, en este punto se tratará la composición botánica vista desde su cantidad en materia seca (kg MS/há).

Cuadro No. 8. Efecto de la mezcla

Mezcla	Kg MS/há
Puro	1016 A
Mezcla	737 B

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,10$).

De este cuadro se puede estimar que los cultivos puros con respecto a las mezclas fueron superior estadísticamente como en volumen puede estar dado a la escasa competencia para establecerse y producir sin competencia de recursos.

Cuadro No. 9. Efecto al agregado de N

Fertilización	Kg MS/há
64	1065 A
0	688 B

Datos con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,10$).

La Figura 6 permite observar la cantidad de forraje disponible para los animales en promedio de MS en el transcurso del experimento. Se observó que en los tratamientos Puros se presentó la mayor producción de MS en todo el experimento, con respecto a los tratamientos Mezclas, donde se observa para los tratamientos Puros en promedio lo supero en 300 Kkg MS/há a los Mezcla, estadísticamente presentaron diferencias.

En la misma línea se pudo observar que los tratamientos re-fertilizados resultan estadísticamente en mayor producción de MS con respecto a los no re-fertilizados con N. Esto coincide con Mazzanti et al. (1997) quienes indican que el nitrógeno modifica variables como tamaño final de hojas, largo del pseudotallo y tallo, densidad y peso promedio de los macollos. En especial

menciona que sobre raigrás anual y avena mostraron la capacidad de incrementar la tasa de elongación foliar en respuesta a la fertilización nitrogenada. Además la tasa de elongación foliar evolucionó en forma exponencial con la temperatura para las dos especies en todos los niveles de fertilización. La respuesta de la TEF a la fertilización nitrogenada tiende a ser limitada cuando la temperatura media diaria del aire es menor a 8°C. Además los tratamientos fertilizados, son capaces de alcanzar mayores tasa de elongación foliar que los no fertilizados para una misma temperatura (Marino, 1996). Trabajos de Wilman y Wright, citados por Azanza et al. (2004) reportan aumento en la tasa de elongación foliar de 0,64 a 1,34 cm/día, sin embargo los niveles utilizados son superiores a los de este experimento.

A continuación, se presenta el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la fracción gramínea y como esta es afectada.

Cuadro No. 10. Efecto de la fertilización la fracción gramínea en el remanente de MS

Nitrógeno	Kg MS/há
64	418 A
0	294 B

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

Lo que se observa en el Cuadro 10 es como la fertilización nitrogenada afecta directamente en la producción de MS, datos que se coinciden con lo presentado en el desarrollo del trabajo. Allí se vio que la mayor producción en Kg MS/há. y estadísticamente superior fue el tratamiento Puro 64.

4.3.2.2. Fracción leguminosa

En el siguiente cuadro se trató de representar la evolución de la composición botánica con el transcurso del experimento bajo pastoreo.

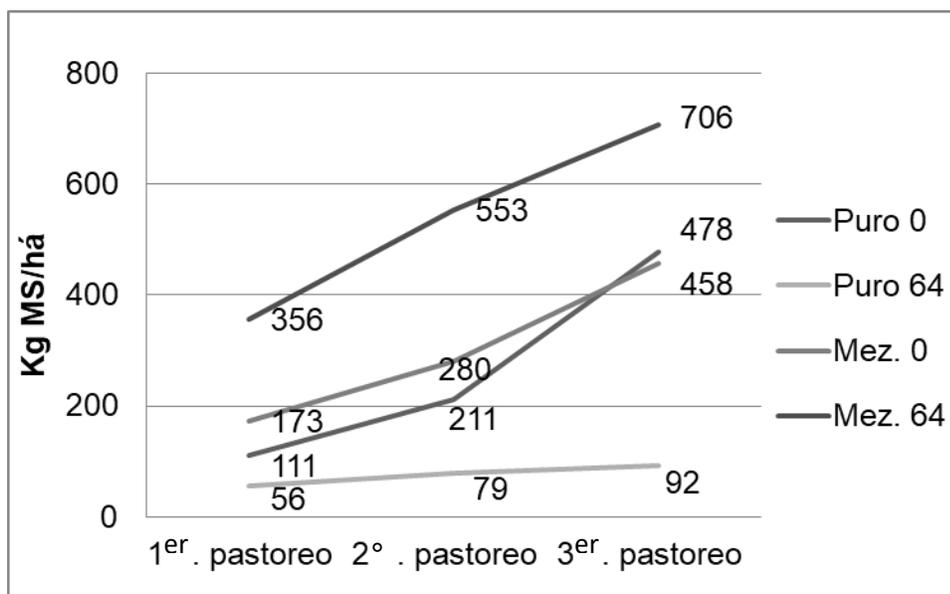
Cuadro No. 11. Efecto en la fracción leguminosa en el disponible

Mezcla	Nitrógeno	Kg MS/há
Mezcla	64	538 A
Mezcla	0	304 AB
Puro	0	267 B
Puro	64	75 B

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

Como se puede ver en el cuadro, los tratamientos Mezcla presentaron mayor proporción de leguminosa con respecto a los Puro, siendo estadísticamente diferente el tratamiento Mezcla 64, lo que indica un efecto positivo o por lo menos no negativo del aporte de N a la leguminosa. Estos resultados coinciden con los realizados por González Rodríguez (1982) que concluye que no hay una relación directa entre el contenido de trébol y fijación de N, sino que se ve afectada por la climatología y en mayor medida por el enriquecimiento de N del suelo provocada por la fijación biológica de N en cortes o años anteriores, o por la repetición de la aplicación de fertilizante nitrogenado.

Figura No. 4. Composición botánica del disponible medido en Kg MS/há



Dicha gráfica muestra como resultado que, desde el punto de vista del disponible, haciendo foco en la leguminosa, como es de esperar se vio que el tratamiento Mezcla 64 presentó la mejor performance en producción medida en Kg MS/há antes de cada pastoreo, estadísticamente es en el tratamiento donde se encontró el punto más alto estadísticamente siendo este en el tercer pastoreo. Observando a los demás tratamientos se vio que en los tratamientos Mezcla 0 y Puro 0, se puede decir que hay cierta uniformidad estadísticamente incluso con el primer y segundo pastoreo del tratamiento Mezcla 64. En el caso del tratamiento Puro 64 es donde se vio la menor producción, siendo en este punto medida la producción de las leguminosas se puede decir que es lo esperado, presentando cierta concordancia con lo presentado en la Fracción Gramínea.

Llama la atención como puede presentar cierta igualdad estadística expresada en producción los tratamientos Mezcla 0 y Puro 0, en donde se puede inferir que en el tratamiento Puro 0 presentó cierta presencia de especies espontaneas.

Cuadro No. 12. Efecto de la interacción mezcla por fertilizante en el remanente de la fracción leguminosa

Mezcla	Nitrógeno	Kg MS/há
Mezcla	64	104 A
Puro	0	87 A
Mezcla	0	79 A
Puro	64	23 B

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

Del cuadro anterior se vio como la fracción leguminosa afecta de forma positiva el volumen de remanente en don e se vio que las mezclas y el puro 0 son superiores al puro 64, dada al porte rastrero de los tréboles se pudo tener volumen de MS menos propenso a ser alcanzado por el diente de los animales además de tener mayor cobertura del suelo.

4.3.2.3. Fracción malezas

En el siguiente cuadro se vio representado el componente malezas dentro de los tratamientos en estudio.

Cuadro No. 13. Cantidad de malezas en el disponible, medida en Kg MS/há por tipo de pastura

Mezcla	Kg MS/há
Puro	224 A
Mezcla	151 B

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

Básicamente se quiere mostrar que en los tratamientos puros formados por una única especie gramínea se presentó el mayor volumen de malezas, que puede estar explicado principalmente en los correspondientes tratamientos de raigrás puro, estos aumentaron su proporción a lo largo del ensayo, a medida que disminuía su proporción el componente gramíneo. Esto se explica principalmente, ya que luego de cada pastoreo aumentaba la proporción de suelo descubierto, permitiendo la llegada de luz y el espacio para la aparición de especies vegetales no deseadas.

4.3.4. Composición botánica del remanente medida en materia seca

4.3.4.1. Fracción gramínea

A continuación, se presentó el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el remanente en la fracción gramínea.

Cuadro No. 14. Efecto de la fertilización sobre el remanente

Nitrógeno	Kg MS/há
64	418 A
0	294 B

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

Como ya se ha visto a lo largo del trabajo la fertilización nitrogenada no sólo es capaz de llevar a incrementos globales de materia seca, sino que además puede producir desplazamientos o incrementos estacionales de la producción (Rebuffo, 1994). Por ende, vale concluir que en el momento en que la producción aumenta y el criterio de retirada de los animales es el mismo, se tendrá un mayor remanente en los tratamientos fertilizados

4.3.4.2. Fracción leguminosa

En el siguiente punto se analizará la evolución de la composición botánica, haciendo referencia al componente leguminoso, en el transcurso del trabajo.

Cuadro No. 15. Efecto de las malezas sobre el tipo de pastura

Mezcla	Medias
Mezcla	91 A
Puro	55 B

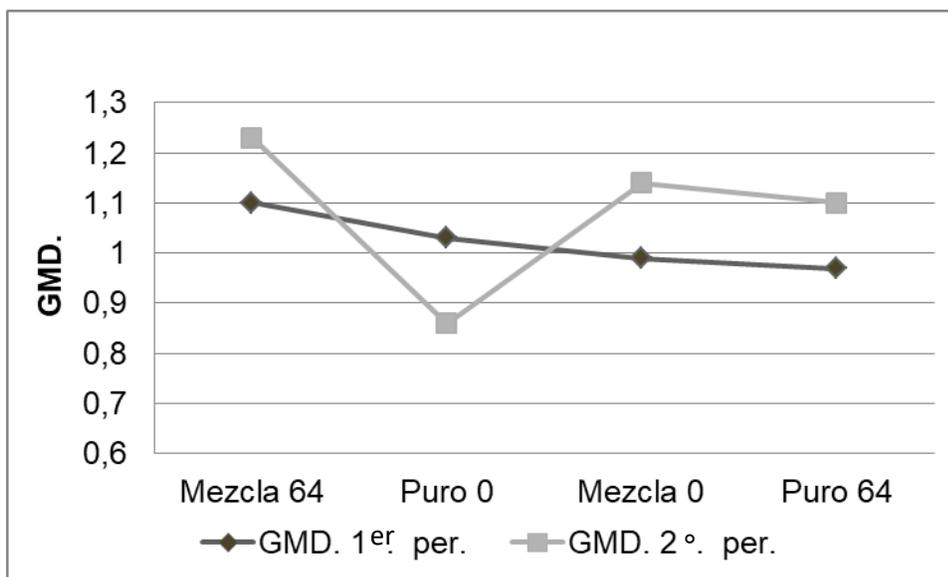
. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Como era de esperar se vio la mayor participación de leguminosas en los tratamientos mezcla dado al aporte de los tréboles presentes.

4.4. PRODUCCIÓN ANIMAL

En el presente punto se analizará la producción de carne individual y por hectárea de los distintos tratamientos. En primer lugar, se presentará la producción individual diaria promedio a lo largo del ensayo, presentado en los dos períodos de pastoreo.

Figura No. 5. Ganancia media diaria individual en kg animal/día en el primer y segundo periodo



Observando la figura anterior y según el análisis estadístico realizado, se observó que, para el período primario comprendido desde 10 de junio hasta el 21 de agosto, sumando una totalidad de 72 días, que estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos.

En el caso del segundo período de pastoreo el cual transcurrió desde el 21 de agosto hasta el 25 de octubre, si se pudo observar diferencias significativas entre los tratamientos, en donde el tratamiento Mezcla 64 presentó mayor producción con respecto a los demás tratamientos, esto se puede explicar por una mayor proporción de leguminosas, ya que estas presentan su mayor producción en la primavera. En la misma línea se encontró que entre los tratamientos Mezclas, presentaron diferencias significativas entre sí, situación que se puede explicar a que Mezcla 64 presentó mayor repuesta a la fertilización nitrogenada por parte de la fracción gramínea. Por otra parte, se observó que entre los tratamientos Mezcla 0 y Puro 64 no hubo diferencias significativas, esto puede estar explicado por la presencia de leguminosa en la mezcla y por presencia de nitrógeno en el tratamiento Puro 64. Por último, se encontró que el tratamiento Puro 0 se presentó como el inferior de todos los tratamientos.

En la siguiente figura se analizará la producción de la carne individual y por hectárea de los distintos tratamientos.

Cuadro No. 16. Producción de carne en kg P.V./há y ganancia media individual kg animal/día

Tratamiento	GMD. ind.	Kg P.V. Prod./há
Mezcla 64	1,16 A	512
Mezcla 0	1,06 AB	468
Puro 64	1,03 B	465
Puro 0	0,95 B	420

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

Los valores de peso vivo producido en el experimento por hectárea total según tratamiento se calcularon a partir de la multiplicación de los valores obtenidos en la salida del análisis estadístico para cada tratamiento, multiplicado por el promedio de animales que pastoreaban cada uno de estos en los dos bloques.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior en la cantidad de carne producida por hectárea, entre el tratamiento Puro 0 y Puro 64 en donde la producción fue mayor numéricamente en el tratamiento Mezcla 64, lo que coincide con la mayor producción de materia seca por ha y con un mayor contenido de leguminosa del mismo. Este comportamiento coincide con lo mencionado por Waldo (1986) que indica que el consumo de pastura constituye sin duda el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles, mencionando que la productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir. Pero además el mayor contenido de leguminosa del tratamiento Mezcla 64 pudo mejorar la calidad de la dieta, coincidiendo con lo mencionado (Poppi et al., citados por Cangiano et al., 1996) que a ofertas medias a altas (8 % en pasturas sembradas) 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.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos Puro 64 y Mezcla 64 resultaron superiores estadísticamente respecto a los demás tratamientos, explicado básicamente por el aporte de nitrógeno agregado.

La fracción gramínea fue mayor en el tratamiento Puro 64 con respecto al resto, lo que remarca la importancia de la fertilización nitrogenada para lograr altos rendimientos. La fracción leguminosa también presentó un mejor comportamiento en el tratamiento Mezcla 64 lo cual indica que la fijación simbiótica puede ser limitante en algunos periodos de su crecimiento.

La fertilización nitrogenada no influyó en la producción de forraje de los tratamientos mezcla, siendo la producción de estos igual en la mayoría de los momentos de medición.

En la producción secundaria el tratamiento Mezcla 64 estadísticamente y en volumen de carne producido. El mayor aporte de la fracción leguminosa durante la primavera, lo que remara la necesidad de aportes estratégicos de nitrógeno en periodos de escasez del mismo (invierno).

6. RESUMEN

Con el fin de investigar el efecto de la inclusión de leguminosas y la fertilización nitrogenada en verdeos puros y mezclas se realizó una tesis en donde se evaluó la producción primaria y secundaria de estos efectos. La misma se realizó entre el 17 de junio y el 3 de noviembre del año 2017, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”); Paysandú, Uruguay. Más precisamente en el potrero 35 este se localiza específicamente en la latitud 32°22'26.09"S y longitud 58° 3'52.92"O. El estudio consistió en la medición de la producción vegetal, porcentaje de utilización, composición botánica, crecimiento vegetal y producción secundaria en novillos de la raza Holando (ganancia media diaria individual y producción de carne por hectárea). Para esto, se utilizaron 4 tratamientos diferentes, los cuales eran, a saber, raigrás sin fertilización, raigrás con fertilización nitrogenada (64 kg de nitrógeno), Mezcla sin fertilización nitrogenada y la misma mezcla con fertilización nitrogenada (64 kg de nitrógeno). Los tratamientos mezclas, consistían en 70,5% de *Lolium multiflorum* (27% cv.Sabroso, 20% cv.E284, 17,5% cv.Moro y 6% cv.Braçelim), 23,5% de *Trifolium resupinatum* (cv.Maral) y 6% *Trifolium vesiculosum* (cv.Sagit). Cabe destacar que todos los tratamientos recibieron la misma fertilización a la siembra, con 120 kg/há de 7-40/40-0. Estos tratamientos abarcaron un área total de 4,99 ha, divididas en 16 parcelas, las cuales no presentaban exactamente el mismo tamaño, pero se buscó dar la misma asignación de forraje (8% del peso vivo aproximadamente) previo a cada pastoreo, con el método “put and take”. Tanto para medir las distintas variables pertinentes a la pastura, como también las relacionadas a la producción de carne, se utilizó un diseño experimental en Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial doble, diferenciándose que para el análisis de la pastura se consideraron 4 tratamientos y 4 bloques, y en lo que respecta a la producción. Los tratamientos Puro 64 y Mezcla 64 resultaron superiores estadísticamente respecto a los demás tratamientos, explicado básicamente por el aporte de nitrógeno agregado. La fracción gramínea fue mayor en el tratamiento Puro 64 con respecto al resto, lo que remarca la importancia de la fertilización nitrogenada para lograr altos rendimientos. La fracción leguminosa también presentó un mejor comportamiento en el tratamiento Mezcla 64 lo cual indica que la fijación simbiótica puede ser limitante en algunos periodos de su crecimiento. La fertilización nitrogenada no influyó en la producción de forraje de los tratamientos mezcla, siendo la producción de estos igual en la mayoría de los momentos de medición. En la producción secundaria el tratamiento Mezcla 64 estadísticamente y en volumen de carne producido. El mayor aporte de la fracción leguminosa durante la primavera, lo que remara la necesidad de aportes estratégicos de nitrógeno en periodos de escasez del mismo (invierno).

Palabras clave: Producción animal y pasturas; Producción vegetal;
Composición botánica; Fertilización nitrogenada; Tratamientos mezclas;
Ganancia media diaria individual; Gramíneas; Leguminosas.

7. SUMMARY

In order to investigate the effect of the inclusion of legumes and nitrogen fertilization in pure greens and mixtures, a thesis was obtained in which the primary and secondary production of these effects was evaluated. It was held between June 17th. and November 3rd. 2017, University of the Republic. Agronomy faculty. EEMAC (Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni"); Paysandu, Uruguay. More precisely, paddock 35 is specifically located at latitude 32°22'26.09"S and longitude 58°3'52.92"W. The study consisted of measuring plant production, utilization percentage, botanical composition, plant growth and secondary production in steers of the Holando breed (mean individual daily gain and meat production per hectare). For this, 4 different treatments were used, which were, namely, ryegrass without fertilization, ryegrass with nitrogen fertilization (64 kg of nitrogen), Mix without nitrogen fertilization and the same mixture with nitrogen fertilization (64 kg of nitrogen). The mixed treatments consisted of 70.5% *Lolium multiflorum* (27% cv.Sabroso, 20% cv.E284, 17.5% cv.Moro and 6% cv.Braçelim), 23.5% *Trifolium resupinatum* (cv. .Maral) and 6% *Trifolium vesiculosum* (cv.Sagit). It should be noted that all treatments received the same fertilization at planting, with 120 kg/ha of 7-40/40-0. These treatments covered a total area of 4.99 ha, divided into 16 plots, which did not have exactly the same size, but it was sought to give the same forage allocation (approximately 8% of live weight) prior to each grazing, with the put-and-take method. Both to measure the different variables pertinent to pasture, as well as those related to meat production, an experimental design in Complete Random Blocks (DBCA) with a double factorial arrangement was used, differentiating that for the analysis of the pasture 4 treatments and 4 blocks, and with regard to production. The Pure 64 and Mixture 64 treatments were statistically superior to the other treatments, basically explained by the contribution of added nitrogen. The grass fraction was higher in the Puro 64 treatment compared to the rest, which highlights the importance of nitrogen fertilization to achieve high yields. The legume fraction also showed a better behavior in the Mix 64 treatment, which indicates that the symbiotic fixation can be limiting in some periods of its growth. Nitrogen fertilization did not influence the forage production of the mixed treatments, being the production of these the same in most of the measurement moments. In secondary production, the treatment Mixture 64 statistically and in volume of meat produced. The greatest contribution of the legume fraction during the spring, which underlines the need for strategic nitrogen contributions in periods of nitrogen scarcity (winter).

Keywords: Animal production and Pastures; Plant production;
Botanical composition; Nitrogen fertilization; Mixtures treatments;
Individual daily average gain; Grasses; Legumes.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Allegri, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. CIAAB. Miscelánea no. 39:1-3.
2. Agnusdei, M.; Colabelli, M. R.; Fernández Greco, R. C. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el Sudeste bonaerense. INTA Balcarce. Boletín técnico no. 152. 47 p.
3. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipíttria, 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.
4. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Respuesta a la fertilización nitrogenada de tres gramíneas sembradas en cobertura. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 43-48 (Serie Técnica no. 51).
5. Azanza, A.; Panissa, R.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
6. Blaser, R. E.; Taylor, T.; Griffeth, W.; Skrdla, W. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Advances in Agronomy*. 4:179-216.
7. Bordoli, M. 1998. Fertilización fosfatada de pasturas. In: Jornada de Actualización Técnica de Pasturas (1998, Concepción del Uruguay). Trabajos presentados. Concepción del Uruguay, INTA. s.p.
8. 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.

9. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7(5):377-387.
10. Bryant, H. T. 1970. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle: effect of grazing management on animal and area output. *Journal of Animal Science*. 30:153-158.
11. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
12. Carámbula, M.; Elizondo, J. 1968. Producción de semillas en gramíneas forrajeras. Facultad de Agronomía. EEMAC. Boletín Técnico no. 5. pp. 111-137.
13. _____. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 463 p.
14. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no.19).
15. _____. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. 139 p.
16. _____. 1998. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 201 p.
17. _____. 2002a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
18. _____. 2002b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio. t. 3, 413 p.
19. _____. 2003. ¿Qué tipo de raigrás utilizar? (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 105:52-55. Consultado 19 oct. 2017. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R105/R105_52.pdf
20. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
21. _____. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
22. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.

23. _____. 2007c. Verdeos de invierno. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 178 p.
24. Casal, J. J.; Deregibus, V. A.; Sánchez, R. A. 1985. Variation in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. *Annals of Botany*. 56 (4):553-559.
25. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. *In*: International Grassland Congress (12th., 1993, Palmerston North, New Zealand). Proceedings. s.n.t. pp. 95-104.
26. Chilbroste, P.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. *Cangüé*. no. 27:15-17.
27. Costa, M.; De Battista, J. P.; Seró, C. 2004. Verdeos de invierno, raigrás anual. (en línea). Concepción del Uruguay, Argentina, INTA. 2 p. Consultado 18 oct. 2017. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilización/09-manejo_del_fosforo_en_pasturas.pdf
28. Davies, A.; Thomas, H. 1983. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. *Annals of Botany*. 57(8):591-597.
29. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*. 53 (3):211-218.
30. Elizalde, J. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. *In*: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2º., 1999, Palermo). Forrajes y granos. s.n.t. pp. 67- 93.
31. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. *In*: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.

32. Fernández, M.; Nava, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
33. Formoso, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. (en línea). *In*: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp.1-19 (Serie Técnica no. 80). Consultado jul. 2018. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135431.pdf>
34. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-94 (Boletín de Divulgación no. 69).
35. Freer, M. 1981. The control of food intake by grazing animal. *In*: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 105-124.
36. García, J. A. 2010. Raigrás. (en línea). *In*: Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. eds. Catálogo de cultivares: forrajeras. Montevideo, INIA. pp. 14-17 (Otros Documentos no. 38). Consultado jul. 2016. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/catalogo2010.pdf>
37. 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). Trabalhos apresentados. s.n.t. s.p.
38. Gómez, P. 1988. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación. *In*: Vaz Martins, D. ed. Crecimiento. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 73-101.
39. González Rodríguez, A. 1982. Respuesta de la pradera mixta a la aplicación de nitrógeno. Fijación de nitrógeno. (en línea). *In*: Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (22ª., 1982, La Coruña). Trabajos presentados. La Coruña, s.e. pp. 107-118. Consultado jul. 2016. Disponible en <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/viewFile/754/751>
40. Grant, S. A. 1981. Sward components. *In*: Hodgson, J.; Baker, R. D.; Davies, A.; Laidlaw, A. S.; Leaver, J. D. eds. Sward measurement handbook. Hurley, British Grassland Society. pp. 71-92.

41. Gutiérrez, F. 2013. Nuevas opciones en verdeos de raigrás para la siembra de otoño. *Revista. INIA. no. 32:28-30.*
42. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15 (76):663-670.*
43. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management. 40:216-223.*
44. Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: in evaluation of research results. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production. 44:99-104.*
45. _____. 1990. *Grazing management: science and practice.* London, Longman. pp. 6-24.
46. Huthings, M.; De Kroon, H. 1994. Foraging in plants: the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research. 25 (1):159-238.*
47. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2012. Bases del llamado a interesados para la producción y comercialización de semilla del cultivar de *Trifolium resupinatum* LE 90-33. (en línea). Montevideo. pp. 5-7. Consultado jun. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/estaciones/las_brujas/actividades/documentos/resupinatum.pdf
48. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science. 34 (7):273-282.*
49. Jones, R. J. 1968. The production and persistence of grazed irrigated pasture mixtures in South-eastern Queensland. *Australian Journal of Experiment Agricultural and Animal Husbandry. 8 (31):177-189*
50. Kruger, H.; Vananzi, S. 2010. Oferta de nitrógeno y producción de avena en un haplustol éntico del Sudoeste bonaerense. *In: Congreso Argentino de Ciencias del Suelo (22°. , 2010, Bordenave). Trabajos presentados. Rosario, INTA. s.p.*

51. _____.; Zilio, J.; Frolla, F. 2014. Fertilización de verdeos de invierno. (en línea). In: Real Ortellado, M. ed. Verdeos de invierno. Buenos Aires, Argentina, INTA. pp. 18-26. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-verdeos_de_invierno_1.pdf
52. Langer, R. H. M. 1981. Crecimiento de gramíneas y tréboles. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-73.
53. Lemaire, G.; Chapman, D. F. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. Ecology and management of grazing systems. Guilford, UK, CABI. pp. 3-36.
54. _____. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1997, Viçosa). Minutes. Viçosa, Federal University of Viçosa. pp. 117-144.
55. Mckee, W. H.; Brown, R. H.; Blaser, R. E. 1967. Effect of clipping and nitrogen fertilization on yield and stands of tall fescue. *Crop Science*. 7(6):567-570.
56. Marino, M. A. 1996. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento invierno-primaveral, la composición química y calidad de forraje de *Avena sativa* y *Lolium multiflorum*. Tesis Magister Scientiae. Balcarce, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 104 p
57. Mazzanti, A.; Lemaire, G.; Gastel, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2):111-120.
58. _____.; Wade, M. H.; García, M. C. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y la composición química del forraje de raigrás anual. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17:25-33.
59. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2016. Anuario estadístico agropecuario 2015. (en línea). Montevideo, Uruguay. 358 p. Consultado abr. 2016. Disponible en

<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2016>

60. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
61. Milne, J. A.; Hodgson, J.; Thompson, R.; Souter, W. G.; Barthram, G. T. 1982. The diet ingested by sheep grazing sward differing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science*. 37 (3):209-218.
62. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th, 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
63. Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Montevideo, INIA. 239 p. (Serie Técnica no. 145).
64. Oram, R. N. 1990. Register of Australian herbage plant cultivars. 3rd. ed. Victoria, East Melbourne, Australia, CSIRO. 303 p.
65. Ovalle, C.; Bustos, P.; Avendaño, J.; Arredondo, S. 2003. Caracterización preliminar de una colección de leguminosas forrajeras anuales para la zona mediterránea de Chile. *Agricultura Técnica*. (Chile). 63:156-168.
66. _____; Del Pozo, A.; Arredondo, S.; Chavarría, J. 2005. Adaptación, crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. *Agricultura Técnica* (Chile). 65:35-47.
67. Parson, 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.
68. _____; Harvey, A.; Woledge, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology*. 28:619-634.
69. Pírez González, L. V. 2012. Evaluación de la fertilización nitrogenada del campo natural para *Stipa setigera* Presi y *Bromus auleticus* Trinius

bajo pastoreo vacuno en el período invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 138 p.

70. Quintero, C. E.; Boschetti, N. G.; Benavidez, R. A. 1997. Efecto residual y refertilización fosfatada de pasturas en implantación en suelos de Entre Ríos. *Ciencia del Suelo*. 15:1-5.
71. _____.; _____. 2005. Manejo de fósforo en pasturas. (en línea). Pergamino, Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado set. 2016. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/09-manejo_del_fosforo_en_pasturas.pdf
72. Rebuffo, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezcla. *In*: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 43-48 (Serie Técnica no. 51).
73. Risso, D. F. 1994. Consideraciones sobre el uso de nitrógeno en pasturas. *In*: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 63-64 (Serie Técnica no. 51).
74. Salhu, T. 1989. Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on smooth bromegrass. *Journal of Animal Science*. 67:2098-2105.
75. Sganzerla, D. C.; Bilharva, M. G.; Priebe, C.; Jiménez, R. M.; Figaz, M. F.; Lemos, G. S.; Ferreira, O. G. L.; Monks, P. L. 2015. Características productivas da consorciação de Trevo-persa e azevém submetidos a pastejo. (en línea). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 67(1):173-180. Consultado oct. 2016. Disponible en <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v67n1/0102-0935-abmvz-67-01-00173.pdf>
76. Smetham, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. *In*: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-270.
77. Smith, H. 1981. Function, evolution and action of plant photosensors. *In*: Smith, H. ed. Plants and daylight spectrum. New York, Academic Press. cap. 2, pp. 499-508.

78. Soca, P.; Chilibroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años. Cangüé. no. 30:36-44.
79. Stobbs, T. H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. I. Variation in the bite size of grazing cattle. Australian Journal of Agricultural Research. 24 (6):809-819.
80. The Stock Farmer, AR. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 3 nov. 2012. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9758/1/3767alv.pdf>
81. Valentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, CA, Academic Press. 533 p.
82. Viglizzo, E. F. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 125 p.
83. Villalba, N.; Hegglin, J. P. 2008. Verdeos de invierno. Implantación. (en línea). INTA. Notiganadero. 1 (2):1-3. Consultado 18 oct. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/43-verdeos.pdf
84. Voisin, A. 1959. Grass productivity. New York, Physiological Library. 353 p.
85. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2):617-631.
86. Wales, W. J.; Doyle, P. T.; Dellow, D. W. 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.
87. Youngner, V. B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In: Youngner, V. B.; Mokell, C. M. eds. The biology and utilization of grasses. New York, Academic Press. pp. 292-304.
88. Zanoniani, R. A.; Noëll, S. 1997. Verdeos de invierno. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Cartilla no. 2. s.p.
89. _____. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.

90. _____.; Ducamp, F.; Bruni, M. 2003. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Cartilla no. 17. s.p.
91. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul, Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
92. _____. 2009. Efecto de la producción de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.

9. ANEXOS

Análisis de la varianza

Disp. Kg/há

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. Kg/há	48	0,27	0,16	33,10

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3218039,36	6	536339,89	2,52	0,0359
Bloque	1212842,37	3	404280,79	1,90	0,1443
Mezcla	139816,84	1	139816,84	0,66	0,4219
nitrógeno	1788724,08	1	1788724,08	8,42	0,0060
Mezcla*nitrógeno	76656,07	1	76656,07	0,36	0,5514
Error	8711872,05	41	212484,68		
Total	11929911,41	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=445,21375

Error: 212484,6841 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.
4,00	1538,70	12	133,07 A
2,00	1538,31	12	133,07 A
3,00	1335,73	12	133,07 A
1,00	1157,53	12	133,07 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=223,93698

Error: 212484,6841 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.
Puro	1446,54	24	94,09 A
Mezcla	1338,60	24	94,09 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=223,93698

Error: 212484,6841 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	1585,61	24	94,09 A
0,00	1199,53	24	94,09 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=445,21375

Error: 212484,6841 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	1599,62	12	133,07	A
Mezcla	64,00	1571,60	12	133,07	A
Puro	0,00	1293,46	12	133,07	A B
Mezcla	0,00	1105,59	12	133,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Rem. Kg/há**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. Kg/há	48	0,14	0,01	57,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	791120,85	6	131853,47	1,11	0,3737
Bloque	444367,20	3	148122,40	1,25	0,3055
Mezcla	20052,09	1	20052,09	0,17	0,6834
nitrógeno	153674,56	1	153674,56	1,29	0,2621
Mezcla*nitrógeno	173026,99	1	173026,99	1,46	0,2345
Error	4873594,78	41	118868,17		
Total	5664715,63	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=332,99486

Error: 118868,1654 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	755,99	12	99,53	A
1,00	580,15	12	99,53	A
4,00	531,46	12	99,53	A
2,00	512,21	12	99,53	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=167,49228**

Error: 118868,1654 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	615,39	24	70,38	A
Mezcla	574,51	24	70,38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=167,49228**

Error: 118868,1654 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	651,54	24	70,38	A
0,00	538,37	24	70,38	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=332,99486

Error: 118868,1654 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.
Mezcla	64,00	691,14	12	99,53 A
Puro	0,00	618,85	12	99,53 A
Puro	64,00	611,94	12	99,53 A
Mezcla	0,00	457,89	12	99,53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Des. Kg/há**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Des. Kg/há	48	0,35	0,26	47,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3272665,74	6	545444,29	3,75	0,0046
Bloque	2305521,75	3	768507,25	5,29	0,0036
Mezcla	53935,02	1	53935,02	0,37	0,5458
nitrógeno	893856,67	1	893856,67	6,15	0,0173
Mezcla*nitrógeno	19352,30	1	19352,30	0,13	0,7171
Error	5959203,78	41	145346,43		
Total	9231869,52	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=368,21964

Error: 145346,4336 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.
2,00	1026,11	12	110,06 A
4,00	1007,25	12	110,06 A
3,00	579,74	12	110,06 B
1,00	577,38	12	110,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=185,20990**

Error: 145346,4336 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.
Puro	831,14	24	77,82 A
Mezcla	764,10	24	77,82 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=185,20990**

Error: 145346,4336 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	934,08	24	77,82 A
0,00	661,16	24	77,82 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=368,21964

Error: 145346,4336 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.
Puro	64,00	987,68	12	110,06 A
Mezcla	64,00	880,48	12	110,06 A
Puro	0,00	674,60	12	110,06 A
Mezcla	0,00	647,72	12	110,06 A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Util.	48	0,27	0,17	33,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5607,00	6	934,50	2,57	0,0329
Bloque	5036,17	3	1678,72	4,62	0,0071
Mezcla	18,75	1	18,75	0,05	0,8213
nitrógeno	108,00	1	108,00	0,30	0,5884
Mezcla*nitrógeno	444,08	1	444,08	1,22	0,2751
Error	14882,67	41	362,99		
Total	20489,67	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=18,40150

Error: 362,9919 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.
2,00	67,25	12	5,50 A
4,00	66,17	12	5,50 A B
1,00	48,58	12	5,50 B C
3,00	44,33	12	5,50 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=9,25573**

Error: 362,9919 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.
Puro	57,21	24	3,89 A
Mezcla	55,96	24	3,89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=9,25573**

Error: 362,9919 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	58,08	24	3,89 A
0,00	55,08	24	3,89 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=18,40150

Error: 362,9919 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	61,75	12	5,50	A
Mezcla	0,00	57,50	12	5,50	A
Mezcla	64,00	54,42	12	5,50	A
Puro	0,00	52,67	12	5,50	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. disp.	48	0,20	0,08	30,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	248,57	6	41,43	1,71	0,1423
Bloque	19,10	3	6,37	0,26	0,8514
Mezcla	0,70	1	0,70	0,03	0,8656
nitrógeno	213,36	1	213,36	8,82	0,0050
Mezcla*nitrógeno	15,41	1	15,41	0,64	0,4292
Error	991,31	41	24,18		
Total	1239,88	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,74916

Error: 24,1782 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	16,96	12	1,42	A
4,00	15,78	12	1,42	A
2,00	15,58	12	1,42	A
1,00	15,31	12	1,42	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,38877**

Error: 24,1782 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	16,03	24	1,00	A
Mezcla	15,78	24	1,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,38877**

Error: 24,1782 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	18,01	24	1,00	A
0,00	13,80	24	1,00	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,74916

Error: 24,1782 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.		
Puro	64,00	18,70	12	1,42	A	
Mezcla	64,00	17,33	12	1,42	A	B
Mezcla	0,00	14,24	12	1,42	A	B
Puro	0,00	13,35	12	1,42		B

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

Alt. rem.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. rem.	48	0,08	0,00	59,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115,93	6	19,32	0,61	0,7237
Bloque	7,25	3	2,42	0,08	0,9727
Mezcla	11,31	1	11,31	0,35	0,5546
nitrógeno	89,93	1	89,93	2,82	0,1006
Mezcla*nitrógeno	7,44	1	7,44	0,23	0,6315
Error	1306,68	41	31,87		
Total	1422,61	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,45253

Error: 31,8703 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	10,08	12	1,63	A
2,00	9,73	12	1,63	A
1,00	9,41	12	1,63	A
4,00	9,03	12	1,63	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,74255

Error: 31,8703 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	10,05	24	1,15	A
Mezcla	9,08	24	1,15	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,74255

Error: 31,8703 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	10,93	24	1,15	A
0,00	8,19	24	1,15	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,45253

Error: 31,8703 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	11,81	12	1,63	A
Mezcla	64,00	10,05	12	1,63	A
Puro	0,00	8,28	12	1,63	A
Mezcla	0,00	8,10	12	1,63	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. crec.	48	0,21	0,10	82,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4623,54	6	770,59	1,83	0,1178
Bloque	4011,62	3	1337,21	3,17	0,0343
Mezcla	11,60	1	11,60	0,03	0,8691
nitrógeno	444,08	1	444,08	1,05	0,3110
Mezcla*nitrógeno	156,24	1	156,24	0,37	0,5463
Error	17304,37	41	422,06		
Total	21927,91	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=19,84224

Error: 422,0577 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.		
2,00	35,41	12	5,93	A	
4,00	32,40	12	5,93	A	B
3,00	17,38	12	5,93	A	B
1,00	14,36	12	5,93		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=9,98040**

Error: 422,0577 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	25,38	24	4,19	A
Puro	24,40	24	4,19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=9,98040**

Error: 422,0577 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	27,93	24	4,19	A
0,00	21,85	24	4,19	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=19,84224

Error: 422,0577 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	64,00	30,23	12	5,93	A
Puro	64,00	25,63	12	5,93	A
Puro	0,00	23,16	12	5,93	A
Mezcla	0,00	20,53	12	5,93	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crec. ajus.	48	0,25	0,14	43,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4610321,63	6	768386,94	2,27	0,0553
Bloque	2971554,06	3	990518,02	2,93	0,0449
Mezcla	108966,02	1	108966,02	0,32	0,5735
nitrógeno	1378713,02	1	1378713,02	4,08	0,0501
Mezcla*nitrógeno	151088,52	1	151088,52	0,45	0,5077
Error	13871608,85	41	338331,92		
Total	18481930,48	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=561,79290

Error: 338331,9233 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	1600,25	12	167,91	A
4,00	1547,25	12	167,91	A B
3,00	1176,25	12	167,91	A B
1,00	1007,83	12	167,91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=282,57485**

Error: 338331,9233 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.
Puro	1380,54	24	118,73
Mezcla	1285,25	24	118,73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=282,57485**

Error: 338331,9233 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	1502,38	24	118,73	A
0,00	1163,42	24	118,73	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=561,79290

Error: 338331,9233 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.
Mezcla	64,00	1510,83	12	167,91 A
Puro	64,00	1493,92	12	167,91 A
Puro	0,00	1267,17	12	167,91 A
Mezcla	0,00	1059,67	12	167,91 A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gram. %	48	0,49	0,41	17,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4475,64	6	745,94	6,45	0,0001
Bloque	178,69	3	59,56	0,52	0,6741
Mezcla	2057,49	1	2057,49	17,80	0,0001
nitrógeno	1133,16	1	1133,16	9,80	0,0032
Mezcla*nitrógeno	1106,30	1	1106,30	9,57	0,0036
Error	4739,39	41	115,59		
Total	9215,03	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=10,38422

Error: 115,5948 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.
3,00	64,30	12	3,10 A
1,00	63,36	12	3,10 A
2,00	62,95	12	3,10 A
4,00	59,23	12	3,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,22313**

Error: 115,5948 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.
Puro	69,00	24	2,19 A
Mezcla	55,91	24	2,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,22313**

Error: 115,5948 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	67,32	24	2,19 A
0,00	57,60	24	2,19 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=10,38422

Error: 115,5948 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	78,66	12	3,10	A
Puro	0,00	59,34	12	3,10	B
Mezcla	64,00	55,97	12	3,10	B
Mezcla	0,00	55,85	12	3,10	B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leg. %	48	0,55	0,49	50,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5530,88	6	921,81	8,46	<0,0001
Bloque	469,65	3	156,55	1,44	0,2458
Mezcla	3707,62	1	3707,62	34,04	<0,0001
nitrógeno	216,75	1	216,75	1,99	0,1659
Mezcla*nitrógeno	1136,85	1	1136,85	10,44	0,0024
Error	4465,63	41	108,92		
Total	9996,51	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=10,07986

Error: 108,9179 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
4,00	23,78	12	3,01	A
2,00	22,08	12	3,01	A
1,00	21,64	12	3,01	A
3,00	15,52	12	3,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,07004**

Error: 108,9179 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	29,54	24	2,13	A
Puro	11,96	24	2,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,07004**

Error: 108,9179 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	22,88	24	2,13	A
64,00	18,63	24	2,13	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=10,07986

Error: 108,9179 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.		
Mezcla	64,00	32,28	12	3,01	A	
Mezcla	0,00	26,80	12	3,01	A	B
Puro	0,00	18,96	12	3,01		B
Puro	64,00	4,97	12	3,01		C

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Maleza %	48	0,27	0,16	51,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	805,18	6	134,20	2,49	0,0379
Bloque	234,96	3	78,32	1,45	0,2411
Mezcla	246,79	1	246,79	4,58	0,0383
nitrógeno	322,30	1	322,30	5,99	0,0188
Mezcla*nitrógeno	1,12	1	1,12	0,02	0,8859
Error	2207,75	41	53,85		
Total	3012,93	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,08742

Error: 53,8476 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
4,00	16,79	12	2,12	A
3,00	16,10	12	2,12	A
2,00	12,83	12	2,12	A
1,00	11,47	12	2,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,56488**

Error: 53,8476 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	16,56	24	1,50	A
Mezcla	12,03	24	1,50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,56488**

Error: 53,8476 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	16,89	24	1,50	A
64,00	11,71	24	1,50	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,08742

Error: 53,8476 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.		
Puro	0,00	19,00	12	2,12	A	
Mezcla	0,00	14,77	12	2,12	A	B
Puro	64,00	14,13	12	2,12	A	B
Mezcla	64,00	9,29	12	2,12		B

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

R. secos.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R. secos	48	0,14	0,01	345,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1795,18	6	299,20	1,08	0,3907
Bloque	1165,27	3	388,42	1,40	0,2562
Mezcla	176,18	1	176,18	0,64	0,4299
nitrógeno	219,56	1	219,56	0,79	0,3787
Mezcla*nitrógeno	234,17	1	234,17	0,84	0,3634
Error	11366,82	41	277,24		
Total	13162,00	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=16,08171

Error: 277,2394 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	13,02	12	4,81	A
1,00	3,73	12	4,81	A
2,00	2,50	12	4,81	A
4,00	0,00	12	4,81	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,08890

Error: 277,2394 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	6,73	24	3,40	A
Mezcla	2,90	24	3,40	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,08890

Error: 277,2394 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,0 0	6,95	24	3,40	A
64,00	2,68	24	3,40	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=16,08171

Error: 277,2394 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	0,00	11,08	12	4,81	A
Mezcla	64,00	2,97	12	4,81	A
Mezcla	0,00	2,83	12	4,81	A
Puro	64,00	2,38	12	4,81	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.d.	48	0,28	0,18	52,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	719,46	6	119,91	2,67	0,0278
Bloque	242,22	3	80,74	1,80	0,1622
Mezcla	434,82	1	434,82	9,70	0,0034
nitrógeno	41,61	1	41,61	0,93	0,3411
Mezcla*nitrógeno	0,80	1	0,80	0,02	0,8942
Error	1838,83	41	44,85		
Total	2558,29	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=6,46820

Error: 44,8495 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
4,00	14,63	12	1,93	A
3,00	14,58	12	1,93	A
1,00	12,30	12	1,93	A
2,00	9,12	12	1,93	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,25342**

Error: 44,8495 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	15,67	24	1,37	A
Mezcla	9,65	24	1,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,25342**

Error: 44,8495 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	13,59	24	1,37	A
64,00	11,73	24	1,37	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=6,46820

Error: 44,8495 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.		
Puro	0,00	16,73	12	1,93	A	
Puro	64,00	14,61	12	1,93	A	B
Mezcla	0,00	10,45	12	1,93	A	B
Mezcla	64,00	8,85	12	1,93		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Disp. gram. (Kg/Hà)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. gram. (Kg/Hà)	48	0,41	0,33	37,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3108255,79	6	518042,63	4,82	0,0008
Bloque	237608,56	3	79202,85	0,74	0,5363
Mezcla	929911,69	1	929911,69	8,65	0,0054
nitrógeno	1708188,02	1	1708188,02	15,88	0,0003
Mezcla*nitrógeno	232547,52	1	232547,52	2,16	0,1491
Error	4409421,52	41	107546,87		
Total	7517677,31	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=316,74053

Error: 107546,8664 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	924,08	12	94,67	A
4,00	922,00	12	94,67	A
3,00	905,58	12	94,67	A
1,00	755,58	12	94,67	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=159,31655**

Error: 107546,8664 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	1016,00	24	66,94	A
Mezcla	737,63	24	66,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=159,31655**

Error: 107546,8664 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	1065,46	24	66,94	A
0,00	688,17	24	66,94	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=316,74053

Error: 107546,8664 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	1274,25	12	94,67	A
Mezcla	64,00	856,67	12	94,67	B
Puro	0,00	757,7	12	94,67	B
Mezcla	0,00	618,58	12	94,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Dis. leg. (Kg/Hà)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dis. leg. (Kg/Hà)	48	0,40	0,31	83,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1666706,00	6	277784,33	4,57	0,0012
Bloque	367570,50	3	122523,50	2,02	0,1265
Mezcla	749500,08	1	749500,08	12,34	0,0011
nitrógeno	5633,33	1	5633,33	0,09	0,7623
Mezcla*nitrógeno	544002,08	1	544002,08	8,96	0,0047
Error	2490452,67	41	60742,75		
Total	4157158,67	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=238,04111

Error: 60742,7480 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	391,33	12	71,15	A
4,00	370,25	12	71,15	A
1,00	242,50	12	71,15	A
3,00	181,25	12	71,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=119,73172**

Error: 60742,7480 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	421,29	24	50,31	A
Puro	171,38	24	50,31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=119,73172**

Error: 60742,7480 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	307,17	24	50,31	A
0,00	285,50	24	50,31	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=238,04111

Error: 60742,7480 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.		
Mezcla	64,00	538,58	12	71,15	A	
Mezcla	0,00	304,00	12	71,15	A	B
Puro	0,00	267,00	12	71,15		B
Puro	64,00	75,75	12	71,15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Disp. malezas (Kg/Ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. malezas (Kg/há)	48	0,32	0,22	50,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	167900,46	6	27983,41	3,15	0,0124
Bloque	98475,23	3	32825,08	3,70	0,0191
Mezcla	64460,02	1	64460,02	7,26	0,0102
nitrógeno	4860,19	1	4860,19	0,55	0,4636
Mezcla*nitrógeno	105,02	1	105,02	0,01	0,9139
Error	364030,85	41	8878,80		
Total	531931,31	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=91,00849

Error: 8878,8013 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.		
4,00	246,25	12	27,20	A	
2,00	194,08	12	27,20	A	B
3,00	191,92	12	27,20	A	B
1,00	119,00	12	27,20		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=45,77614**

Error: 8878,8013 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.		
Puro	224,46	24	19,23	A	
Mezcla	151,17	24	19,23		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=45,77614**

Error: 8878,8013 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.		
0,00	197,88	24	19,23	A	
64,00	177,75	24	19,23	A	

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=91,00849

Error: 8878,8013 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.		
Puro	0,00	236,00	12	27,20	A	
Puro	64,00	212,92	12	27,20	A	B
Mezcla	0,00	159,75	12	27,20	A	B
Mezcla	64,00	142,58	12	27,20		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**R. secos 1**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R. secos 1	48	0,14	0,02	335,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	259786,67	6	43297,78	1,14	0,3559
Bloque	178099,17	3	59366,39	1,57	0,2123
Mezcla	30805,33	1	30805,33	0,81	0,3727
nitrógeno	18330,08	1	18330,08	0,48	0,4908
Mezcla*nitrógeno	32552,08	1	32552,08	0,86	0,3596
Error	1554667,33	41	37918,72		
Total	1814454,00	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=188,07521

Error: 37918,7154 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	160,17	12	56,21	A
1,00	41,58	12	56,21	A
2,00	30,25	12	56,21	A
4,00	0,00	12	56,21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=94,59950**

Error: 37918,7154 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	83,33	24	39,75	A
Mezcla	32,67	24	39,75	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=94,59950**

Error: 37918,7154 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	77,54	24	39,75	A
64,00	38,46	24	39,75	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=188,07521

Error: 37918,7154 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	0,00	128,92	12	56,21	A
Mezcla	64,00	39,17	12	56,21	A
Puro	64,00	37,75	12	56,21	A
Mezcla	0,00	26,17	12	56,21	A

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

Gram. %1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gram. %1	48	0,44	0,35	29,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8564,56	6	1427,43	5,26	0,0004
Bloque	7596,10	3	2532,03	9,34	0,0001
Mezcla	339,74	1	339,74	1,25	0,2696
nitrógeno	528,68	1	528,68	1,95	0,1702
Mezcla*nitrógeno	100,05	1	100,05	0,37	0,5470
Error	11119,85	41	271,22		
Total	19684,41	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=15,90605

Error: 271,2159 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	66,96	12	4,75	A
3,00	64,18	12	4,75	A
2,00	58,50	12	4,75	A
4,00	35,03	12	4,75	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,00054

Error: 271,2159 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	58,83	24	3,36	A
Mezcla	53,50	24	3,36	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,00054

Error: 271,2159 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	59,48	24	3,36	A
0,00	52,85	24	3,36	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=15,90605

Error: 271,2159 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	60,70	12	4,75	A
Mezcla	64,00	58,27	12	4,75	A
Puro	0,00	56,95	12	4,75	A
Mezcla	0,00	48,74	12	4,75	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Leg. %1**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leg. %1	48	0,68	0,63	33,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1664,37	6	277,40	14,60	<0,0001
Bloque	566,22	3	188,74	9,93	<0,0001
Mezcla	536,67	1	536,67	28,24	<0,0001
nitrógeno	384,77	1	384,77	20,25	0,0001
Mezcla*nitrógeno	176,72	1	176,72	9,30	0,0040
Error	779,04	4	19,00		
Total	2443,41	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,21011

Error: 19,0011 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	18,53	12	1,26	A
1,00	12,47	12	1,26	B
3,00	10,95	12	1,26	B
4,00	9,50	12	1,26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,11763**

Error: 19,0011 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	16,20	24	0,89	A
Puro	9,52	24	0,89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,11763**

Error: 19,0011 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	15,69	24	0,89	A
64,00	10,03	24	0,89	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,21011

Error: 19,0011 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	0,00	17,12	12	1,26	A
Mezcla	64,00	15,29	12	1,26	A
Puro	0,00	14,27	12	1,26	A
Puro	64,00	4,77	12	1,26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Maleza %1**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Maleza %1	48	0,52	0,45	53,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10662,34	6	1777,06	7,42	<0,0001
Bloque	9711,36	3	3237,12	13,51	<0,0001
Mezcla	0,44	1	0,44	1,8E-03	0,9660
nitrógeno	86,94	1	86,94	0,36	0,5502
Mezcla*nitrógeno	863,60	1	863,60	3,60	0,0647
Error	9822,53	41	239,57		
Total	20484,87	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=14,94942

Error: 239,5738 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
4,00	52,98	12	4,47	A
2,00	25,85	12	4,47	B
3,00	20,09	12	4,47	B
1,00	16,95	12	4,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,51937**

Error: 239,5738 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	29,06	24	3,16	A
Puro	28,87	24	3,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,51937**

Error: 239,5738 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	30,31	24	3,16	A
64,00	27,62	24	3,16	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=14,94942

Error: 239,5738 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	0,00	34,65	12	4,47	A
Puro	64,00	31,77	12	4,47	A
Puro	0,00	25,98	12	4,47	A
Mezcla	64,00	23,48	12	4,47	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R. secos %	48	0,48	0,40	51,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	710,33	6	118,39	6,18	0,0001
Bloque	670,40	3	223,47	11,67	<0,0001
Mezcla	0,01	1	0,01	5,3E-04	0,9817
nitrógeno	38,34	1	38,34	2,00	0,1646
Mezcla*nitrógeno	1,58	1	1,58	0,08	0,7756
Error	785,06	41	19,15		
Total	1495,39	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,22634

Error: 19,1479 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	13,18	12	1,26	A
4,00	10,85	12	1,26	A
3,00	5,89	12	1,26	B
1,00	3,84	12	1,26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,12580**

Error: 19,1479 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	8,45	24	0,89	A
Mezcla	8,43	24	0,89	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,12580**

Error: 19,1479 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	9,33	24	0,89	A
64,00	7,55	24	0,89	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,22634

Error: 19,1479 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	0,00	9,50	12	1,26	A
Puro	0,00	9,17	12	1,26	A
Puro	64,00	7,74	12	1,26	A
Mezcla	64,00	7,35	12	1,26	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.d. %	48	0,23	0,12	64,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1016,07	6	169,34	2,04	0,0817
Bloque	968,34	3	322,78	3,89	0,0155
Mezcla	13,23	1	13,23	0,16	0,6917
nitrógeno	2,80	1	2,80	0,03	0,8550
Mezcla*nitrógeno	31,69	1	31,69	0,38	0,5399
Error	3400,29	41	82,93		
Total	4416,35	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,79570

Error: 82,9338 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.		
2,00	20,23	12	2,63	A	
4,00	15,45	12	2,63	A	B
1,00	12,51	12	2,63	A	B
3,00	7,87	12	2,63		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,42413**

Error: 82,9338 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	14,54	24	1,86	A
Puro	13,49	24	1,86	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,42413**

Error: 82,9338 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	14,25	24	1,86	A
64,00	13,77	24	1,86	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,79570

Error: 82,9338 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	64,00	15,11	12	2,63	A
Puro	0,00	14,54	12	2,63	A
Mezcla	0,00	13,97	12	2,63	A
Puro	64,00	12,43	12	2,63	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Rem. gram. (Kg/Hà)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. gram. (Kg/Hà)	48	0,25	0,14	70,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	887925,00	6	147987,50	2,32	0,0506
Bloque	613140,83	3	204380,28	3,21	0,0329
Mezcla	64386,75	1	64386,75	1,01	0,3207
nitrógeno	184264,08	1	184264,08	2,89	0,0966
Mezcla*nitrógeno	26133,33	1	26133,33	0,41	0,5254
Error	2612246,67	41	63713,33		
Total	3500171,67	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=243,79226

Error: 63713,3333 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	516,75	12	72,87	A
1,00	395,00	12	72,87	A B
2,00	300,17	12	72,87	A B
4,00	212,42	12	72,87	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=122,62448**

Error: 63713,3333 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.
Puro	392,71	24	51,52
Mezcla	319,46	24	51,52

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=122,62448**

Error: 63713,3333 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
64,00	418,04	24	51,52	A
0,00	294,13	24	51,52	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=243,79226

Error: 63713,3333 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	64,00	431,33	12	72,87	A
Mezcla	64,00	404,75	12	72,87	A
Puro	0,00	354,08	12	72,87	A
Mezcla	0,00	234,17	12	72,87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Rem. leg. (Kg/Hà)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. leg. (Kg/Hà)	48	0,36	0,26	70,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61849,00	6	10308,17	3,79	0,0043
Bloque	18266,75	3	6088,92	2,24	0,0983
Mezcla	15914,08	1	15914,08	5,85	0,0201
nitrógeno	4524,08	1	4524,08	1,66	0,2045
Mezcla*nitrógeno	23144,08	1	23144,08	8,50	0,0057
Error	111572,25	41	2721,27		
Total	173421,25	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=50,38380

Error: 2721,2744 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	104,00	12	15,06	A
1,00	71,33	12	15,06	A B
3,00	69,58	12	15,06	A B
4,00	49,58	12	15,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=25,34243**

Error: 2721,2744 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	91,83	24	10,65	A
Puro	55,42	24	10,65	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=25,34243**

Error: 2721,2744 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	83,33	24	10,65	A
64,00	63,92	24	10,65	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=50,38380

Error: 2721,2744 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	64,00	104,08	12	15,06	A
Puro	0,00	87,08	12	15,06	A
Mezcla	0,00	79,58	12	15,06	A
Puro	64,00	23,75	12	15,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Rem. malezas (Kg/Ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. malezas (Kg/Ha)	48	0,23	0,12	83,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	187518,00	6	31253,00	2,04	0,0827
Bloque	176219,17	3	58739,72	3,83	0,0167
Mezcla	2730,08	1	2730,08	0,18	0,6755
nitrógeno	1656,75	1	1656,75	0,11	0,7442
Mezcla*nitrógeno	6912,00	1	6912,00	0,45	0,5060
Error	629600,00	41	15356,10		
Total	817118,00	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=119,68651

Error: 15356,0976 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
4,00	251,17	12	35,77	A
3,00	127,08	12	35,77	B
2,00	121,75	12	35,77	B
1,00	94,00	12	35,77	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=60,20082**

Error: 15356,0976 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Mezcla	156,04	24	25,30	A
Puro	140,96	24	25,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$).**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=60,20082**

Error: 15356,0976 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	154,38	24	25,30	A
64,00	142,63	24	25,30	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=119,68651

Error: 15356,0976 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Mezcla	64,00	162,17	12	35,77	A
Puro	0,00	158,83	12	35,77	A
Mezcla	0,00	149,92	12	35,77	A
Puro	64,00	123,08	12	35,77	A

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

Rem. r. secos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. r. secos	48	0,15	0,02	100,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18022,33	6	3003,72	1,16	0,3442
Bloque	16843,17	3	5614,39	2,18	0,1055
Mezcla	602,08	1	602,08	0,23	0,6316
nitrógeno	70,08	1	70,08	0,03	0,8699
Mezcla*nitrógeno	507,00	1	507,00	0,20	0,6599
Error	105805,33	41	2580,62		
Total	123827,67	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=49,06441

Error: 2580,6179 gl: 41

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	70,58	12	14,66	A
4,00	61,42	12	14,66	A B
3,00	49,50	12	14,66	A B
1,00	20,83	12	14,66	B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=24,67879

Error: 2580,6179 gl: 41

Mezcla	Medias	n	E.E.	
Puro	54,13	24	10,37	A
Mezcla	47,04	24	10,37	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=24,67879

Error: 2580,6179 gl: 41

Nitrógeno	Medias	n	E.E.	
0,00	51,79	24	10,37	A
64,00	49,38	24	10,37	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=49,06441

Error: 2580,6179 gl: 41

Mezcla	nitrógeno	Medias	n	E.E.	
Puro	0,00	58,58	12	14,66	A
Puro	64,00	49,67	12	14,66	A
Mezcla	64,00	49,08	12	14,66	A
Mezcla	0,00	45,00	12	14,66	A

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