

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MATIAS ESTEBAN ARENHARDT

**EVALUACION DE MEZCLAS FORRAJERAS DE INVIERNO EN LAS REGIONES
NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA, Y SUDOESTE DE
PARANÁ, BRASIL**

PATO BRANCO

2024

MATIAS ESTEBAN ARENHARDT

**EVALUACION DE MEZCLAS FORRAJERAS DE INVIERNO EN LAS REGIONES
NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA, Y SUDOESTE DE
PARANÁ, BRASIL**

**EVALUATION OF WINTER FORAGE MIXES IN THE NORTHERN REGIONS OF
THE PROVINCE OF MISIONES, ARGENTINE, AND SOUTHWEST OF PARANÁ,
BRAZIL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado Interinstitucional (MINTER-CAPES) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em parceria com a Universidad Nacional de Misiones.
Orientador: Prof. Dr André Brugnara Soares

PATO BRANCO

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



MATIAS ESTEBAN ARENHARDT

**EVALUACION DE MEZCLAS FORRAJERAS DE INVIERNO EN LAS REGIONES
NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA, Y SUDOESTE DE
PARANÁ, BRASIL.**

Trabalho de pesquisa de mestrado
apresentado como requisito para obtenção do
título de Mestre Em Agronomia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR). Área de concentração: Solos E
Sistemas Integrados De Produção
Agropecuária.

Data de aprovação: 30 de Julho de 2024

Dr. Andre Brugnara Soares, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Caio Seiti Takiya, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Denise Adelaide Gomes Elejalde, Doutorado – Autônomo

Dr. Regis Luis Missio, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dedico este trabajo a mi familia, por los momentos
de ausencia

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo y paciencia incondicional

A las autoridades de la Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Nacional de Misiones (FCF-UNaM) y a la Universidad Tecnológica Federal de Parana (UTFPR) por permitirme hacer la Maestría.

A mi orientador Prof Andre Brugnara Soares por la guía en la realización de este trabajo y la amistad.

Al Prof Regis Luis Misio por su apoyo en la realización de este trabajo y la amistad.

A Alexandre Ramos de Cooperalfa, por su ayuda y por proveer el material para el ensayo.

A mis compañeros de Maestría por el constante apoyo.

A los profesores y miembros de la UTFPR Campus Pato Branco por atendernos y hacernos sentir en casa cada vez que fuimos e visita.

Al laboratorio de análisis de suelos UTFPR/Pato Branco

Al laboratorio de análisis bromatológico de forrajes UTFPR/Dois Vizinhos.

Danrley De Souza por su apoyo en el ensayo en Pato Branco.

RESUMEN

Durante los meses de invierno en el Nordeste Argentino y del sur de Brasil se experimenta una marcada disminución en la producción de forraje debido a las bajas temperaturas y la menor disponibilidad de luz solar, lo que afecta tanto la digestibilidad como el contenido de nutrientes del forraje. El uso de forrajes anuales de invierno se presenta como una alternativa para la producción en sistemas cultivo-ganadero, con el objetivo de superar el déficit forrajero. Este estudio se propuso evaluar la dinámica de producción de forrajes y mezclas invernales mediante la determinación de materia seca y el valor nutritivo de diferentes cultivares, para identificar cuáles se adaptan mejor a estas regiones. El experimento se llevó a cabo en la unidad productiva de la Facultad de Ciencias Forestales, Misiones, Eldorado y en el área experimental de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, campus Pato Branco. Los cultivares evaluados fueron: avena milton, raigrás maximus, raigrás BRS integração, raigrás estações, trébol vesiculoso BRS piquete, trigo BRS pastoreio, avena frontera, avena IPR esmeralda, lotus lotus BRS posteiro, trébol rojo mezclador, trébol blanco entrevero y avena negra BRS 139. El diseño experimental fue de bloques al azar, divididos en 10 tratamientos de mezclas y cultivares con 4 repeticiones. La siembra se realizó en mayo de 2022. La fertilización nitrogenada se realizó con urea a razón de 150 kg/ha de Nitrógeno en dos etapas. Se calcularon la producción total (PTF) y por corte, tasa de acumulo diario, densidad de plantas (NPL) y valores nutricionales. En Eldorado los tratamientos RGI+RGM+TP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) (5,9 Tn/ha) y RGM (Raigrás Maximus) (5,8 Tn/ha) destacaron por su elevada producción de forraje. En Pato Branco, RGE (Raigrás Estações) (11,3 Tn/ha) y MIX (Avena Fronteira, Avena negra) (10,9 Tn/ha) fueron los más productivos. En términos de valor nutricional, AVM (Avena Milton) presentó el mayor contenido de proteína bruta en ambos períodos.

Palabras Claves: déficit forrajero; valor nutritivo; rendimiento.

ABSTRACT

During the winter months in Northeast Argentina and Southern Brazil, there is a marked decrease in forage production due to low temperatures and reduced availability of sunlight, which affects both the digestibility and nutrient content of the forage. The use of annual winter forages is presented as an alternative for production in crop-livestock systems, with the aim of overcoming the forage deficit. This study aimed to evaluate the dynamics of winter forage and mixture production by determining dry matter and the nutritional value of different cultivars, to identify which ones are best adapted to these regions. The experiment was carried out in the productive unit of the Faculty of Forestry Sciences, Misiones, Eldorado and in the experimental area of the Federal Technological University of Paraná, Pato Branco campus. The cultivars evaluated were: milton oats, maximus ryegrass, BRS integração ryegrass, estações ryegrass, BRS piquete vesicular clover, BRS pasture wheat, border oats, IPR emerald oats, BRS posteiro lotus lotus, red mixer clover, interleaf white clover and BRS 139 black oats. The experimental design was randomized blocks, divided into 10 treatments of mixtures and cultivars with 4 repetitions. Sowing was carried out in May 2022. Nitrogen fertilization was carried out with urea at a rate of 150 kg/ha of Nitrogen in two stages. Total production (PTF) and per cutting, daily accumulation rate, plant density (NPL) and nutritional values were calculated. In Eldorado, the treatments RGI+RGM+TP (Ryegrass BRS Integration, Ryegrass Maximus and Vesicular Clover BRS Piquete) (5.9 Tn/ha) and RGM (Ryegrass Maximus) (5.8 Tn/ha) stood out for their high forage production. In Pato Branco, RGE (Ryegrass Estações) (11.3 Tn/ha) and MIX (Avena Fronteira, Avena negra) (10.9 Tn/ha) were the most productive. In terms of nutritional value, AVM (Avena Milton) presented the highest crude protein content in both periods.

Keywords: forage deficit; nutritional value, yield.

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Ca Cálcio

CaCl₂ Clorato de Cálcio

cm Centímetro

cmol dm³ Centimol por decímetro cúbico

CTC Capacidad de intercambio catiónico

FDA Fibra Detergente Ácida

FDN Fibra Detergente Neutra

H+Al Hidrógeno e Aluminio

ha Hectareas (unidad de medida de área)

K Potasio

Kg/ha Quilogramo por hectarea

KCl Cloro de Potasio

P Fosforo

pH potencial de hidrogeno

Al aluminio

SB suma de bases

V saturacion básica

mg dm³ miligramo por decímetro cubico

UTFPR Universidad Tecnológica Federal de Paraná.

IAPAR-EMATER instituto de desarrollo rural de Paraná

NPK nitrogeno-fosforo-potasio

MS/ha materia seca por hectarea

INTA instituto nacional de tecnología agropecuaria

PB proteína bruta

Mg Magnesio

M.O. Materia Orgánica

MM Materia Mineral

ACA acame

CV coeficiente de variación

NPL número de planta

PTF produccion total de forraje

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Atributos químicos del suelo a una profundidad de 0 a 20 cm antes de la siembra. Área Facultad de Ciencias Forestales, 2022	13
Tabla 2. Atributos químicos del suelo a una profundidad de 0 a 20 cm antes de la siembra. UTFPR Campus Pato Branco, 2022.....	14
Tabla 3. Días hasta el primer corte y números de días de utilización del forraje. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022. UTFPR, Campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022.....	27
Tabla 4. Tasa de acumulación para los diferentes tratamientos en (kg/ha). Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022	28
Tabla 5. Tasa de acumulación para los diferentes tratamientos en (kg/ha). UTFPR, Campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022	30
Tabla 6. Índice de acame promedio para los tratamientos. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022	31
Tabla 7. Índice de acame (ACA) <i>promedio</i> para los tratamientos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022	32
Tabla 8. Producción por cortes y total de forraje (Tn MS/ha). Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022	50
Tabla 9. Producción por corte y total de forraje (Tn MS/ha). UTFPR, Campus Pato Branco, 2022	50
Tabla 10. Índice de Acame por corte para los tratamientos. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022	51
Tabla 11. Índice de Acame por corte para los tratamientos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022	52
Tabla 12. Alturas de corte de canopeo y planta extendida para los diferentes tratamientos. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022	53
Tabla 13. Alturas de corte canopeo y planta extendida para los diferentes tratamientos. UTFPR, Campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022.....	54
Tabla 14. Valores medios de nutrientes obtenidos mediante análisis bromatológico en %. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022 ...	55
Tabla 15. Valores medios de nutrientes obtenidos mediante análisis bromatológico. UTFPR, campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022.....	56
Tabla 16. Análisis de la Varianza de las variables.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Época de siembra y pastoreo.....	11
Figura 2. Caracterización de temperaturas mínimas (T. min), máximas (T. max) y medias (T. med) y precipitaciones del año 2022. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado.....	14
Figura 3. Caracterización de temperaturas mínimas (T. min), máximas (T. max) y medias (T. med) y precipitaciones del año 2022. UTFPR Campus Pato Branco	15
Figura 4. Composición de mezclas y cultivares utilizados.....	16
Figura 5. Diseño experimental para ambos sitios	17
Figura 6. Producción total forrajera en Tn MS/ha, para cada tratamiento. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022	22
Figura 7. Producción total forrajera en Tn MS/ha, para cada tratamiento. UTFPR, Campus Pato Branco	23
Figura 8. Densidad de planta para cada tratamiento. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022.....	25
Figura 9. Densidad de planta para cada tratamiento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....	25
Figura 10. Valores de PB en ambos periodos.....	34
Figura 11. Valores de FDA en ambos periodos	34
Figura 12. Valores de FDN en ambos periodos	34
Figura 13. Valores de MM en ambos periodos.....	34
Figura 14. Valores de PB en ambos periodos	36
Figura 15. Valores de FDA en ambos periodos	36
Figura 16. Valores de FDN en ambos periodos.....	37
Figura 17. Valores de MM en ambos periodos.....	37

INDICE

1	INTRODUCCION.....	1
1.1	Objetivo general.....	3
1.2	Objetivos específicos.....	3
2	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1	Especies forrajeras	7
2.1.1	Avena	8
2.1.2	Raigrás	8
2.1.3	Trébol	9
2.1.4	Otros.....	10
3	MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1	Área del experimento	12
3.2	Caracterización del experimento y tratamientos	15
3.3	Variables recopiladas y análisis	18
3.3.1	Producción total de forraje	18
3.3.2	Número de Plantas por m ² (NPL).....	19
3.3.3	Número de días hasta el primer corte, numero de cortes y número de días de utilización del forraje	19
3.3.4	Tasa de acumulo diario mensual	19
3.3.5	Altura del pasto e índice de acame	20
3.3.6	Análisis bromatológico	20
3.3.7	Análisis estadístico.....	21
4	RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1	Producción total de forraje (PTF) y por corte	22
4.2	Densidad poblacional de plantas para los diferentes tratamientos	24
4.3	Número de días hasta el primer corte y número de días de utilización del forraje	27
4.4	Tasa de acumulación	28
4.5	Índice de acame y altura de corte.....	31
4.6	Valores nutricionales	33
5	CONCLUSIONES.....	38
6	CONSIDERACIONES FINALES.....	39
7	BIBLIOGRAFIA.....	41
8	ANEXO	50

1 INTRODUCCION

Los pastizales subtropicales del nordeste argentino (NEA) y sur de Brasil constituyen la principal fuente de alimento para el ganado (bovino, o rumiantes en general). Sin embargo, durante los meses de invierno, de abril a septiembre, se experimenta una marcada disminución en la producción de forraje. Este declive se atribuye a las bajas temperaturas y la presencia de heladas, factores que contribuyen a una reducida disponibilidad de pasto para el ganado durante ese periodo (Bortolini *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2008). A lo largo del invierno, las gramíneas megatérmicas, experimentan una notable disminución en su calidad nutricional. Este descenso se debe a las bajas temperaturas y la menor disponibilidad de luz solar, que afectan la digestibilidad y el contenido de nutrientes del forraje. Estudios han demostrado que estas condiciones climáticas adversas resultan en una mayor lignificación y una reducción en la concentración de proteínas y carbohidratos solubles, impactando negativamente en el rendimiento y la salud del ganado alimentado con estos forrajes durante la temporada invernal (Ball *et al.*, 2002; Moore & Jung, 2001).

El uso de forrajes anuales de invierno constituye una alternativa de producción en sistemas de integración cultivo-ganadería, con el objetivo de superar el déficit de forraje que ocurre en otoño e invierno en la región subtropical (Balbinot Junior *et al.*, 2009). Los forrajes de invierno se han constituido en un cultivo imprescindible en cualquier sistema de producción pastoril de carne o leche (Tomaso, 2009). Entre las posibles soluciones para abordar el desafío de la escasez de forraje durante las estaciones frías en el sur de Brasil y el NEA, se destaca la utilización estratégica de mezclas compuestas por gramíneas y leguminosas altamente productivas. Carambula (2010) definió como mezcla forrajera a una población artificial integrada por varias especies con diferentes características morfofisiológicas. Las ventajas de utilizar estas mezclas son las de tener producción de forrajes por tiempo más largo, aumentar la producción y la calidad de estos, como también puede disminuir la necesidad de suplementación alimenticia con recursos extras y fertilización por la incorporación de las leguminosas (Sanderson *et al.*, 2021). Estas mezclas pueden incluir gramíneas, leguminosas y otras especies, lo que genera beneficios en términos de producción, calidad del forraje, y sostenibilidad del sistema productivo. Su principal objetivo es proporcionar una dieta balanceada a los animales, incrementar la producción de forraje y mejorar la eficiencia del uso de recursos como el agua y los nutrientes del

suelo. Es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional. Las pasturas cultivadas mixtas suponen a sustitución total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas (Zanoniani, 2014).

Estudios recientes están arrojando luz sobre el porqué de que estas mezclas, cuando están bien hechas, alcanzan más éxito que los monocultivos (Pinto, 2023). Todo apunta a las relaciones que se establecen en el suelo entre organismos de diferentes especies. El suelo es la base de toda la agricultura y aquello que sucede en él condiciona el éxito de los cultivos. Los ecosistemas simplificados artificialmente, como los monocultivos, se caracterizan por la ausencia de comunidades enteras de seres vivos debido a la imposibilidad de establecer relaciones interespecíficas de depredación, comensalismo o simbiosis. Estos ecosistemas con poca diversidad tienen suelos menos fértiles donde se acumulan toxinas, y son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. También son más frágiles cuando se ven expuestos a fenómenos meteorológicos extremos, de los que se recuperan con mayor dificultad (Pinto, 2023).

Este trabajo propuso comparar cultivares y mezclas de forrajes de invierno en términos de la dinámica de producción de materia seca (MS) y su valor nutricional. Cada año se liberan una infinidad de materiales forrajeros de invierno, lo que genera dudas entre los productores sobre cuál elegir. La amplia gama de opciones incluye variedades diploides y tetraploides, así como diferentes especies como trigo, centeno, cebada, avena blanca y negra, raigrás, entre otras. Esta diversidad ofrece múltiples alternativas para satisfacer las necesidades específicas de cada sistema de producción y región, pero también puede complicar la toma de decisiones para los productores que buscan optimizar su producción forrajera durante los meses de invierno. El objetivo final es proporcionar información crucial para que los futuros productores puedan aprovechar estos datos, facilitando así la toma de decisiones. Este estudio se llevó a cabo en la región del Nordeste Argentino y Sudoeste de Paraná (Brasil) . En este estudio, se analizaron en total diez tratamientos forrajeros, cinco combinaciones compuestas por gramíneas de estación fría y leguminosas, así como un mix de avena y cuatro cultivares individuales, con el propósito de evaluar su

rendimiento productivo y calidad durante el periodo comprendido entre otoño y principios de verano.

1.1 Objetivo general

Estudiar la dinámica de producción de forrajes y mezclas invernales por medio de la determinación del tenor de MS y valor nutritivo de los cultivares, para determinar cuál se adapta mejor en las regiones Nordeste Argentino y Sudoeste de Paraná.

1.2 Objetivos específicos

Evaluar la densidad de plantas a los 30 días de la siembra y cuantificar la producción de forraje en cada corte.

Calcular la producción total de forraje y evaluar la dinámica de producción de los distintos cultivares y mezclas.

Estimar el valor nutricional de los cultivares y mezclas, mediante PB, FDA, FND y MM.

Identificar la mezcla o cultivar óptimo de forrajes para maximizar la producción y calidad del pasto en diferentes condiciones estacionales, tanto del Nordeste Argentino como el Sudoeste de Paraná.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

La incorporación de verdes de invierno en la cadena forrajera permite mantener una oferta de forraje relativamente estable a lo largo del año. Sin embargo, dado el impacto que produce su inclusión en los resultados físicos y económicos de la empresa (aumento de costos directos) resulta necesario utilizarlos con la máxima eficiencia posible (Gallego 2015). Para que los sistemas ganaderos pastoriles sean competitivos, además de producir mayor cantidad de forraje por unidad de superficie, es clave que se aproveche al máximo el forraje producido por hectárea, aumentando la eficiencia de cosecha (Fariña, 2013). Además, estudios recientes a corto plazo indican que los sistemas de pastoreo mixto con múltiples especies de ganado pueden mantener las funciones y servicios ecológicos (Fraser *et al.*, 2014; Jishuai *et al.*, 2023).

El uso de forraje formados por especies adaptadas y productivas durante la temporada de frío es una de las alternativas con las que cuentan los ganaderos para incrementar la productividad. En general, las mezclas de gramíneas y leguminosas son más ventajosas, en términos de rendimiento total de forraje, en comparación con los forrajes formados por especies en un solo cultivo. La asociación de forrajeras puede aumentar su valor nutricional y la producción de biomasa (Aguilar *et al.*, 2013). Además, presentan un mejor equilibrio estacional en la disponibilidad y calidad de los pastos. Para que una mezcla sea eficiente es necesario que una especie no perjudique el desarrollo de la otra, en términos de competencia por luz o absorción de nutrientes, de modo que la productividad de la especie se maximice dentro de la mezcla (Roso *et al.*, 2000). La mezcla de dos o más gramíneas forrajeras de invierno tiende a combinar picos de producción de MS, los cuales se alcanzan en diferentes momentos, según el genotipo, lo que resulta en un aumento de la producción y del período de uso del pasto y una estabilización del valor nutricional del forraje producido. Uno de los objetivos más importantes de las mezclas es lograr los máximos rendimientos de MS por hectárea, explotando las ventajas y bondades que ofrecen tanto gramíneas como leguminosas (Carámbula, 2004). El cultivo intercalado de pastos anuales de invierno como trigo, centeno, avena y raigrás de doble propósito puede ser muy eficiente en la posibilidad de extender el tiempo de pastoreo en períodos críticos (Tavares *et al.*, 2014).

Sin embargo, la elección de la especie y/o cultivar representa un factor de decisión determinante (Zanoniani, 2010), ya que se cuenta con diversos materiales

con distintas características en cuanto a, producción de forraje, largo del ciclo, precocidad, resistencia a las enfermedades, etc. La elección de este material determinará el éxito no solo de un rubro pastoril, sino también del cultivo agrícola sucesivo. Es por ello la importancia de que el material a elección tenga una certificación por organismos oficiales para garantizar la calidad y procedencia. En Argentina es el Instituto Nacional de Semillas (INASE) ente descentralizado que depende de la secretaria de Bioeconomía. En el Art, 9 dice la semilla expuesta al público o entregada a usuarios a cualquier título, deberá estar debidamente identificada, especificándose en el rótulo del envase, como mínimo, las siguientes indicaciones: nombre común de la especie, cultivar, año de cosecha, procedencia y si esta curada. En el caso de ser un conjunto de dos (2) o más especies se deberá especificar "Mezcla" y hacer constar nombres y porcentajes de cada uno de los componentes. En Brasil es el RNC (Registro Nacional de Cultivares) y el SNPC (Sistema Nacional de Protección de Cultivares) ambos en el ámbito de MAPA (Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimiento) los encargados de garantizar la calidad y procedencia de las semillas. En la ordenanza N° 538 en los artículos 136 al 145 habla de las mezclas de semillas. Dice que cada componente de la mezcla debe estar inscriptas en la NRC, así garantizar la procedencia y la calidad de estas. Las mezclas de semillas deben estar debidamente identificadas en el rotulo del envase con su respectivo porcentaje de participación en la misma en orden importancia. Con la leyenda "Misturas de Sementes de" o "Misturas de Cultivares", seguidas del nombre común o científico de la especie, también acompañado del nombre del cultivar si fuera necesario. Otras informaciones que debe contener el rotulo es la pureza global, safra, germinación o viabilidad de cada componente.

Cada año, se lanzan al mercado una infinidad de materiales forrajeros de invierno, y los productores a menudo se enfrentan a la difícil decisión de cuál comprar. Entre las opciones disponibles, se encuentran diploides y tetraploides de trigo, centeno, cebada, avena blanca y negra, y raigrás, entre otros. Tradicionalmente, muchos productores han optado por utilizar mezclas de semillas, una práctica que ha demostrado ser eficaz en diversas circunstancias. Estas mezclas pueden realizarse de varias maneras: mezclando las semillas para siembra al voleo o en hileras, o sembrando una semilla más grande en una hilera y una más pequeña en otra. Hoy en día, sin embargo, los productores tienen la ventaja adicional de poder comprar la

semilla ya mezclada, facilitando el proceso y asegurando una distribución óptima de las distintas especies en el campo. Existe actualmente en el mercado un amplio espectro de especies y cultivares que permiten elegir según las necesidades y la situación particular del año. Las distintas especies ofrecen la máxima cantidad de forraje en diferentes momentos del año. Por ejemplo, la avena es un cultivo cuyo aporte principal es otoño temprano y luego decrece; en cambio el trigo tiene su máxima oferta a fines de otoño e invierno, y el raigrás principalmente durante invierno – primavera (Perrachon, 2009).

La mezcla de forrajes, o comúnmente conocida como 'mix', es una práctica que permite la siembra de más de una especie en una misma zona para incrementar la acumulación de biomasa. En relación con cultivos individuales, enriquecen la vida biológica del suelo, lo protegen contra la erosión y proporcionan ingresos adicionales a través de la producción animal. Esta práctica puede ser interpretada como una técnica de conservación agrícola con el propósito de optimizar el uso sostenible del suelo a largo plazo. Esta estrategia ha demostrado generar beneficios, como el aumento en la cantidad de raíces y paja (Chioderoli, *et al.*, 2012). La utilización de los cultivos anuales son un socio fundamental para mantener la producción estable, con tasas de crecimiento hasta cinco veces superior a las pasturas perennes en la estación fría (Spara, *et al.*, 2021). Las mezclas forrajeras permiten aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles, como agua, nutrientes y luz, debido a las diferentes características morfofisiológicas de las especies que las componen. Esto reduce la competencia entre ellas y maximiza el rendimiento total de la pastura. Las especies con ciclos de crecimiento complementarios pueden extender la producción de forraje a lo largo del año, distribuyendo mejor la oferta y reduciendo la estacionalidad (Carámbula, 2010; Fariña & Saravia, 2010).

El cultivo de especies invernales es una opción importante para suplir la falta de alimento para el ganado en temporadas invernales (Tafernaberrí Junior, 2010). Para ello, el productor debe realizar una correcta elección de las especies y cultivares a utilizar, resulta prioritario elegir adecuadamente las especies y cultivares mejor adaptados a las condiciones edáficas y climáticas de cada zona (Amigone & Tomaso, 2006). Los verdeos de invierno son de rápida entrada en producción (alrededor de 40 días desde la emergencia), presentan alta calidad y cantidad de forraje, aumentando la receptividad de los establecimientos ganaderos. La elección de la especie y/o

cultivar depende en gran medida de la región donde se va a establecer el cultivo, el uso (pastoreo directo, doble propósito, diferido o confección de reservas), en qué momento se requiere el pasto, distribución y calidad de forraje, hábito de crecimiento, capacidad de rebrote y tolerancia a heladas, plagas y enfermedades (Spara & Vernengo, 2023). La existencia de distintos componentes, sean diferentes especies y/o cultivares, asociados en forma inteligente en el espacio y en el tiempo, permiten lograr cultivos forrajeros de alta eficiencia (Carámbula, 2002).

Todas las gramíneas perennes invernales tienen un ciclo otoño-invierno-primaveral, por lo que tienden a cubrir, si son bien manejados los requerimientos de los animales durante un periodo crítico como el invierno, afirmó Carámbula (2010). Aunque la mayor producción de forraje de estas se da en primavera, disminuyendo marcadamente en el verano, aun en condiciones ambientales favorables para la producción de MS, determinadas por los altos niveles de radiación solar característicos de esta época del año.

Entre las alternativas disponibles para paliar el déficit alimentario en invierno se encuentra el cultivo de avena (*Avena sp.*), raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.), centeno (*Secale cereale* L.), triticale (*X Triticosecale* W.), trébol (*Trifolium repens* L.; *Trifolium nigrescens* Viv.) y trigo (*Triticum aestivum* L.). Estas, además de cultivarse solas, se pueden cultivar en mezclas con otras plantas forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas. Los verdeos de inviernos como el raigrás, la avena, centeno, trigo, se pueden asociar a leguminosas como el trébol, para balancear su calidad y extender el periodo de utilización (Spara & Vernengo, 2023). La calidad de estos forrajes depende, entre otros factores, del manejo al que son sometidos en la fase de producción, como fertilización, altura e intervalo entre cortes y condiciones de pastoreo (Alvin & Cóser, 2000; Restle *et al.*, 2000). Las leguminosas forrajeras se utilizan en la nutrición del ganado por su alto contenido de proteínas a bajo costo, pero tienen un bajo rendimiento de materia seca (Eskandari *et al.*, 2009).

2.1 Especies forrajeras

Algunas mezclas forrajeras de invierno comunes en las regiones incluyen:

- Avena + Raigrás anual: Esta mezcla proporciona un buen balance entre producción de forraje y calidad nutricional, siendo común para pastoreo directo o conservación.

- Raigrás perenne + Trébol blanco: Popular en sistemas de pastoreo rotacional, donde el trébol blanco aporta nitrógeno y el raigrás perenne ofrece forraje durante más tiempo.
- Trigo forrajero + Lotus: Combina la alta producción de biomasa del trigo forrajero con el aporte proteico y fijación de nitrógeno del lotus.

A continuación, se presentan las especies a utilizar para este estudio.

2.1.1 Avena

Avena blanca (*Avena sativa* L.) cv. Fronteira, se destaca por su ciclo medio-largo. Puede soportar hasta doce ciclos de pastoreo en siembras realizadas en marzo, cubriendo demandas de producción durante invierno y primavera (COPAGRIL, 2019). Avena blanca (*Avena sativa* L.) cv. IPR Esmeralda, según el Instituto Agronómico do Paraná (2016), se destaca por su buena producción de MS, excelente capacidad de rebrote. Tiene un ciclo temprano hasta la floración, con hábito de crecimiento semi-vertical. Avena blanca (*Avena sativa* L.) cv. Milton, se destaca por su versatilidad, pudiendo utilizarse tanto para pastoreo directo como para producción o reserva de grano. Presenta excelente acumulación de volumen para ensilaje o heno de alta calidad, con hábito de crecimiento erguido, esto permite asociaciones efectivas con leguminosas anuales de invierno, lo que resulta en pastos altamente productivos y de buena calidad (PGG WRIGTSON SEEDS, 2020).

Avena negra o de los arenales (*Avena strigosa* Schreb.) cv. BRS 139, se destaca como una excelente opción para la cobertura vegetativa de suelos. De ciclo temprano y porte alto, con moderada resistencia al encamado y a la roya de hojas y tallos. Su importante contribución al aumento de paja y raíces en el suelo lo hace especialmente indicado para prácticas de cobertura vegetal, rotación de cultivos y adopción de sistemas de siembra directa (EMBRAPA, 2020).

2.1.2 Raigrás

El raigrás es una hierba anual, está mejor adaptado al pastoreo directo que otras especies invernales, debido a que tiene mayor resiliencia (capacidad de recuperarse), la cual está dada por la alta proporción de hojas verdes que quedan en la planta después del pastoreo (Royo & Brach, 2014). Actualmente existen múltiples cultivares; Raigrás (*Lolium multiflorum*) cv. BRS Integração, tiene un ciclo productivo temprano, permitiendo la recolección de semillas o resiembra natural y,

posteriormente, la integración con cultivos anuales de estación cálida. Tiene una postura erguida, adaptándose tanto al pastoreo como a la producción de cultivos, forraje conservado, como el ensilaje pre-secado. Entre sus principales características destacan la alta productividad de forraje con excelente calidad, ciclo más corto respecto a otros cultivares disponibles en el mercado (EMBRAPA, 2003). Raigrás (*Lolium multiflorum*) BRS Estações presenta un ciclo largo productivo, lo que permite extender el pastoreo hasta finales de noviembre, contribuyendo a abordar la escasez de forraje de primavera. Raigras (*Lolium multiflorum*) BRS Estações presenta alta productividad y excelente relación hoja-tallo durante todo el ciclo, desde otoño hasta el final (EMBRAPA, 2022). El cultivar de raigrás (*Lolium multiflorum*) cv. Maximus es una variedad tetraploide de ciclo medio y alta calidad nutricional, con excelente productividad invernal, ciclo intermedio con rápida producción inicial y conjuga altos contenidos de MS, carbohidratos y proteína con fibra de mayor digestibilidad. Una de las principales ventajas de este cultivar es la capacidad de resolver dos desafíos recurrentes en la ganadería: la necesidad de pastos invernales más productivos y la aparición de períodos de escasez de forraje durante las transiciones estacionales, conocidos como brechas forrajeras de otoño y primavera (Rech *et al.*, 2022).

2.1.3 Trébol

Trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) cv. BRS Mezclador es una forrajera generalmente perenne o bienal de invierno, de crecimiento erecto, raíz pivotante y multiplicación por semillas. Se recomienda para la formación de pastos cultivados intercalados con pastos y para el mejoramiento de pastos naturales. El cultivar fue seleccionado con enfoque en la producción de forraje, la persistencia y la tolerancia al pastoreo (EMBRAPA, 2019). Trébol vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) cv. BRS Piquete destaca por su alta producción de forraje, buena tolerancia al pastoreo y alta producción de semilla. Con un ciclo de producción anual, el cultivar tiene la capacidad de perpetuarse mediante resiembra natural. Al igual que otras leguminosas, tiene la capacidad de fijar biológicamente nitrógeno mediante una asociación simbiótica con bacterias. Además, tiene una alta calidad nutricional, incluyendo importantes niveles de proteína, digestibilidad, FND y FDA (EMBRAPA, 2014a).

Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) cv. BRS Entrevero se destaca por su alta producción de forraje, buena tolerancia al pastoreo, persistencia y buena producción de semilla. Tiene características típicas de la especie, como un ciclo de producción

perenne, asegurado por la persistencia de las plantas y la resiembra natural. Al igual que otras leguminosas, tiene capacidad de fijación biológica de nitrógeno a través de una asociación simbiótica con bacterias, y ofrece alta calidad nutricional en términos de proteínas, digestibilidad, FDN y FDA. Se recomienda su uso para la nutrición de bovinos, búfalos, caprinos, equinos y ovinos, a través de consorcios con gramíneas, además de mejorar los pastos naturales (EMBRAPA, 2014b).

2.1.4 Otros

El trigo (*Triticum spp.*) BRS Pastoreio es una variedad de doble finalidad, apto para la producción de pastos y cereales, pudiendo elaborarse heno y ensilaje, especialmente en sistemas de integración cultivo-ganadería. Este cultivar es de ciclo tardío y se destaca por brindar alta producción de forraje, garantizando un importante suministro de pasto o heno (Castro *et al.*, 2016). El trigo juega un papel fundamental en la diversificación de cultivos en las propiedades agrícolas, como alternativa económica en el período invernal.

El lotus (*Lotus corniculatus* L.) cv. BRS Posteiro es una leguminosa forrajera perenne de invierno, erecta, con raíz pivotante y multiplicación por semillas. Este cultivar se adapta a áreas más altas y con buen drenaje y se recomienda para la formación de pastos cultivados intercalados con pastos y para el mejoramiento de pastos naturales. BRS Posteiro tiene la capacidad de establecer simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, lo que permite la fijación de nitrógeno atmosférico, contribuyendo a la reducción de costos y posibles impactos ambientales. El cultivar fue seleccionado con enfoque en la producción de forraje, la persistencia y la tolerancia al pastoreo (EMBRAPA, 2003).

En la Figura 1 se detallan la época de siembra y época de pastoreo durante el año de las diferentes especies mencionadas.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Área del experimento

El experimento se instaló en la unidad productiva de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones localizada en la Ciudad de Eldorado, Argentina, en el periodo de mayo a noviembre y en el área experimental de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Campus Pato Branco, Brasil, desde mayo a diciembre. Serán expuestos ambos resultados para observar el comportamiento de las mezclas en ambos sitios. En el Mapa 1 se representa la ubicación de ambas localidades donde se llevó a cabo el estudio.

Mapa 1. Ubicación de ambas localidades donde se realizaron el estudio



Fuente: Imagen ©2024 Google Earth, ©2024 Landsat / Copernicus. Acceso el 27-08-2024
Google

La unidad productiva de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, cuya dirección de coordenadas geográficas es de 26° 24' 03" S y 54° 39' 46" O altitud 228 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima predominante en la región es de tipo Cfa conforme a la clasificación de Köppen (Maack, 1968), que corresponde a un clima subtropical húmedo con ausencia de estación seca. Las temperaturas medias mensuales fluctúan entre el valor de 15,9 °C para el mes más frío (julio) y 26,4 °C para el mes más cálido (enero) (Silva *et al.*, 2019); la precipitación media anual es de 2.001 milímetro (mm) (Silva *et al.*, 2014). Los datos meteorológicos en el periodo de estudio se encuentran caracterizados en la Figura 2.

El área de estudio se encuentra ubicada en la unidad geomorfológica denominada “Pediaplano Parcialmente Disectado”. Presenta una topografía ondulada con lomas definidas y sectores escarpados con pendientes cortas hacia los cursos de agua (Ligier *et al.*, 1990). El tipo de suelo corresponde a Suelos Rojo del Orden Alfisoles, Gran Grupo Kandiu dalfes, de acuerdo con la Soil Taxonomic (USDA), se caracterizan por presentar un horizonte Kándico de color rojo oscuro, bien drenado, profundo con buenas condiciones físicas para el desarrollo radical, ligeramente ácido con mediana a alta fertilidad química (Ligier *et al.*, 1990). Con altos contenidos de Materia Orgánica y bajos en Fósforo (<10 ppm). En la Tabla 1 se presenta el análisis químico del suelo.

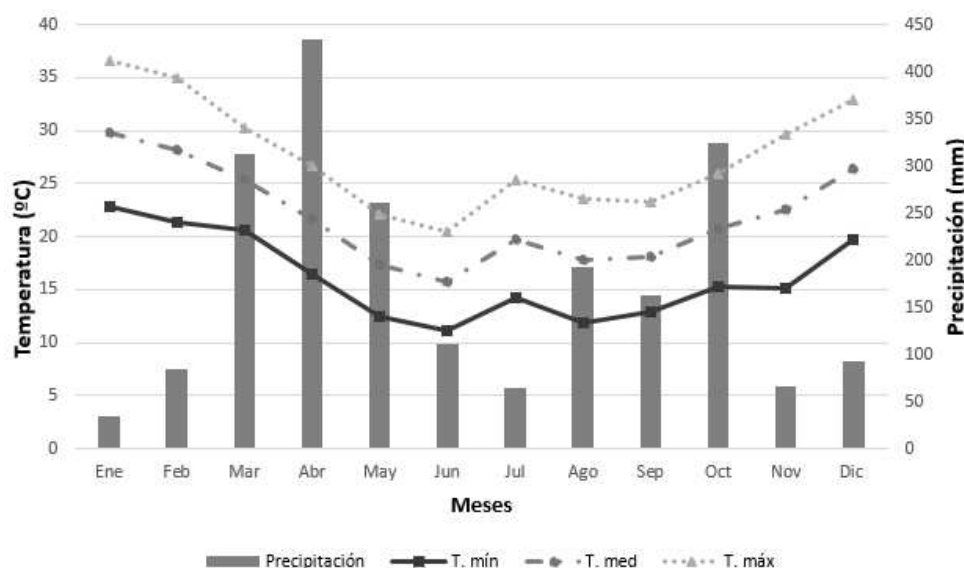
Tabla 1. Atributos químicos del suelo a una profundidad de 0 a 20 cm antes de la siembra. Área Facultad de Ciencias Forestales, 2022

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	mg dm ³	mg dm ³				cmol dm ³				%
5,00	30,83	7,53	0,50	5,30	2,20	0,00	5,35	8,00	13,35	59,93

Fuente: Autoría propia (2024)

Laboratorio de análisis de suelos UTFPR/IAPAR. Metodologías: M.O. por digestión húmeda; P y K extraídos con solución de Mehlich⁻¹; pH en CaCl₂ 1:2,5; Ca; Mg y Al intercambiables con KCl (clorato de potasio) 1 mol L⁻¹. Donde: pH: potencial de hidrogeno; M.O.= materia orgánica; P= fosforo; K= potasio; Ca= calcio; Mg= magnesio; Al= aluminio; H+Al= hidrogeno+aluminio; SB= suma de bases; CTC= capacidad de intercambio catiónico; V= bases; CaCl₂= clorato de calcio; mg dm³= miligramo por decímetro cubico; cmol dm³= centimol por decímetro cubico.

Figura 2. Caracterización de temperaturas mínimas (T. min), máximas (T. max) y medias (T. med) y precipitaciones del año 2022. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado



Fuente: Boletín meteorológico Facultad de Ciencias Forestales (2022)

Donde Temperatura (°C) está en grados celsius; T. min= temperatura mínima; T. med= temperatura media; T. máx= temperatura máxima; la precipitación (mm) en milímetros; Ene= enero; Feb= febrero; Mar= marzo; Abr= abril; May= mayo; Jun= junio; Jul= julio; Ago= agosto; Sep= septiembre; Oct= octubre; Nov= noviembre; Dic= diciembre.

El área experimental de la Universidad tecnológica Federal de Paraná campus Pato Branco situada en la región fisiográfica denominada tercer plan-alto paranaense cuyas coordenadas geográficas es 26°07' S e 52°41' O, altitud de 700 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima de la región es subtropical húmedo de tipo (Cfa), conforme a la clasificación de Koppen (Maack, 1968). La precipitación media es de 1.800 mm distribuidos a lo largo del año. Los datos meteorológicos en el periodo de estudio se encuentran caracterizados en la Figura 3. El suelo pertenece a la Unidad de Mapeamiento Nitossolo Vermelho Distroférico, con textura arcillosa, relieve suave ondulado a ondulado (Bhering *et al.*, 2008). El análisis químico está presentado en la Tabla 2.

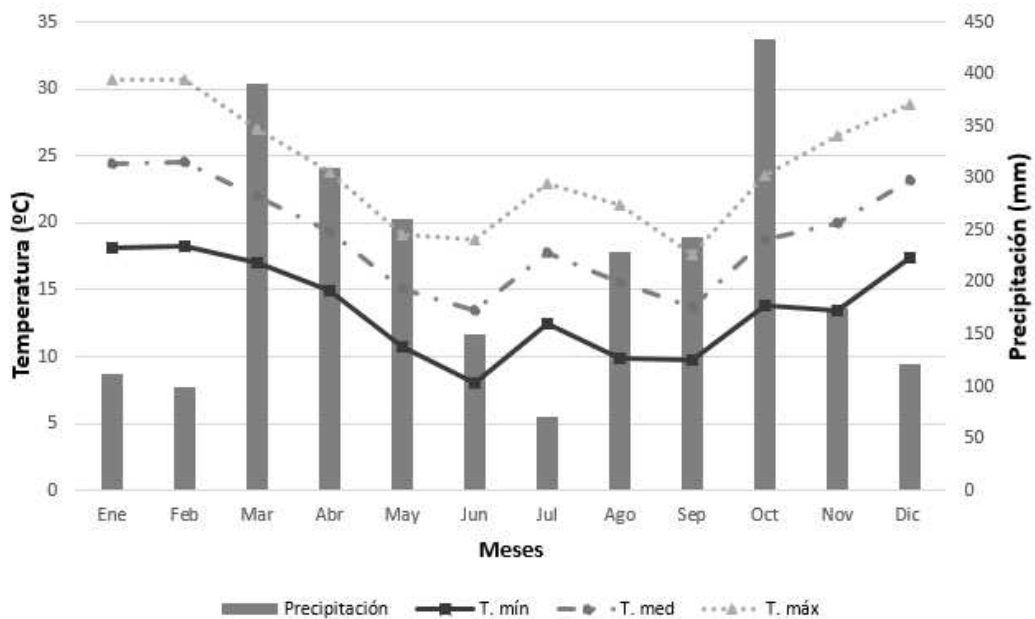
Tabla 2. Atributos químicos del suelo a una profundidad de 0 a 20 cm antes de la siembra. UTFPR Campus Pato Branco, 2022

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	mg dm ³	mg dm ³				cmol dm ³				%
4,51	45,57	10,05	0,60	8,30	1,40	0,00	2,95	10,30	13,25	77,74

Fuente: Autoría propia (2024)

Laboratorio de análisis de suelos UTFPR/IAPAR. Metodologías: M.O. por digestión húmeda; P y K extraídos con solución de Mehlich-1; pH en CaCl_2 1:2,5; Ca; Mg y Al intercambiables con KCl (clorato de potasio) 1 mol L^{-1} . Donde: pH= potencial de hidrogeno; M.O.= materia organica; P= fosforo; K= potasio; Ca= calcio; Mg= magnesio; Al= aluminio; H+Al= hidrogeno+aluminio; SB= suma de bases; CTC= capacidad de intercambio catiónico; V= bases; CaCl_2 = clorato de calcio; mg dm^3 = miligramo por decímetro cubico; cmol dm^3 = centimol por decímetro cubico.

Figura 3. Caracterización de temperaturas mínimas (T. min), máximas (T. max) y medias (T. med) y precipitaciones del año 2022. UTFPR Campus Pato Branco



Fuente: INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ - IAPAR-EMATER (2022)

Donde Temperatura (°C) está en grados celsius; T. min= temperatura mínima; T. med= temperatura media; T. máx= temperatura máxima; la precipitación (mm) en milímetros; Ene= enero; Feb= febrero; Mar= marzo; Abr= abril; May= mayo; Jun= junio; Jul= julio; Ago= agosto; Sep= septiembre; Oct= octubre; Nov= noviembre; Dic= diciembre.

3.2 Caracterización del experimento y tratamientos

Las mezclas y cultivares utilizados para el estudio se muestran en la Figura 4 y el diseño experimental en la Figura 5. Para el diseño experimental se utilizó el mismo sorteo para ambos sitios, de esa forma el diseño experimental fue igual en ambos sitios.

Figura 4. Composición de mezclas y cultivares utilizados

	Raigras	Avena	Trebol ves.	lotus	Trebol blanco	Trebol rojo	Trigo
RGI+RGM+TVP	BRS integração(33%) Maximus(33%)		BRS piquete (33%)				
RGM+AVF+TP	Maximus(33%)	Fronteira(25%)					BRS pastoreio(42%)
RGE+RGI+AVF+TVP	BRS estações (33%) BRS integração (25%)	Fronteira(33%)	BRS piquete (8%)				
RGM+AVF	Maximus (33%)	Fronteira (67%)					
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	BRS estações (42%)	IPR esmeralda (33%)		BRS posteiro (7%)	Entrevero (5%)	Mesclador (13%)	
MIX		Fronteira (95%) BRS 139 (5%)					
RGE	BRS estações (100%)						
RGI	BRS integração (100%)						
RGM	Maximus (100%)						
AVM		Milton (100%)					

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde, AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

El diseño experimental fue de bloques al azar, el área del experimento es de 768 m² divididos en 10 tratamientos. Las parcelas fueron de 2,17 x 3,93 m con un

espaciamiento de 1 m, con cuatro repeticiones con espaciamentos de 2,5 m. El diseño experimental se utilizó en ambos sitios.

Figura 5. Diseño experimental para ambos sitios



Fuente: Autoría propia (2024)

Donde, AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

La siembra de las forrajeras fue realizada el 25 de mayo de 2022 al voleo, en el área experimental de Eldorado y el 17 de mayo de 2022 utilizando una sembradora con un espaciamiento de 17 cm en Pato Branco. La densidad de siembra fue de 30 kg/ha para la mezcla RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) y de 60 kg/ha para las demás. Al momento de la siembra se realizó la fertilización de base al voleo utilizando 150 kg/ha de NPK formula 19-19-19 en Eldorado y 120 kg/ha NPK formula 00-47-10 en Pato Branco en la línea de siembra.

La fertilización nitrogenada, realizada con urea a razón de 150 kg/ha de N, se aplicó en dos etapas. La primera aplicación ocurrió a los 30 días de la siembra, y la segunda se realizó luego del segundo corte, aprovechando las condiciones climáticas y de humedad favorables para optimizar la máxima absorción de nitrógeno por los cultivos.

Las muestras se recogieron cuando alcanzaron los 25 cm de altura, utilizando un cuadrado metálico con un área conocida de 0.25 m² y tijeras de esquila. El cuadrado se colocó aleatoriamente en cada parcela, recolectando y empacando todas las plantas dentro de él en bolsas de papel para su transporte al laboratorio, dejando una altura de 10 cm para rebrote. El resto de la parcela fue cortado con motoguadaña a la misma altura para unificar las mismas. La altura fue utilizada para definir el momento de corte de cada tratamiento. De esta manera, cuando el promedio de las cuatro repeticiones alcanzó los 25 cm, todas las parcelas fueron cortadas. Dado que se trataba de especies/cultivares diferentes, resultó que se hayan producido cortes en momentos distintos para cada tratamiento.

En Eldorado, se llevaron a cabo un total de hasta 10 cortes, RGI (Raigrás BRS Integração) tuvo 7 cortes, 8 cortes para las mezclas de RGE+RGI+AVF+TVP (Raigrás BRS Estações, Raigrás BRS Integração, Avena Fronteira, y Trebol Vesiculoso BRS Piquete), RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete), RGE (Raigrás Estações) y RGM (Raigrás Maximus), 9 cortes para las mezclas de RGM+AVF+TP (Raigrás Maximus, Avena Fronteira, y Trigo BRS Pastoreio), RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) y MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) , y 10 cortes para AVM (Avena Milton) y RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira). Durante los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Sin embargo, las fechas de estos cortes variaron entre los tratamientos, ya que no siempre se realizaron en la misma fecha para todos. En Pato Branco las muestras fueron cortadas 8 veces los días 01/08, 12/08, 25/08, 14/09, 02/10, 07/11 e 05/12/2022.

3.3 Variables recopiladas y análisis

3.3.1 Producción total de forraje

La producción total de forraje (PTF) desempeña un papel crucial en el ámbito rural, siendo una variable de gran relevancia para los productores. Esta medida posibilita la simulación del comportamiento de los cultivares en relación con la disponibilidad de alimento para los animales, brindando información esencial para la toma de decisiones en la gestión agrícola y sobre el grado de adaptación del material a la región. La producción total de forraje se obtuvo sumando las producciones de

todos los recortes, más el valor de masa de forraje final, cortado cerca del suelo al final de la prueba.

3.3.2 Número de Plantas por m² (NPL)

Se procedió al conteo del número de plantas establecidas por metro cuadrado. Esto se realizó antes del primer corte el día 09/07/2022 en Eldorado y el 01/08/2022 en Pato Branco. Este conteo se realizó en tres puntos aleatorios, utilizando como unidad experimental un cuadrado de área conocida de 0,17 m² en cada punto de muestreo.

3.3.3 Número de días hasta el primer corte, número de cortes y número de días de utilización del forraje

El número de días hasta el primer corte (NDPC) se definirá por la suma de días entre la siembra y el primer corte. El promedio del número de cortes (NC) se obtendrá de la suma de todos los cortes realizados en cada muestra. El número de utilización del pasto (NDU) será el resultado de la suma de los días entre el primer y el último corte en cada forraje.

3.3.4 Tasa de acumulo diario mensual

Se utilizó la metodología descrita por Ferraza (2011), en la que en primer lugar fueron calculadas las producciones de cada corte y las tasas de acumulación de forraje (TA) entre los cortes. Posteriormente, para dejar los datos sobre la misma base de tiempo, ya que los recortes no eran necesariamente realizados en la misma fecha entre los tratamientos, se ponderó el número de días del mes que tuvieron el valor de TA anterior y posterior. La TA mensual se estimó de la siguiente manera: tasa de acumulación de forraje diario en los meses de , julio (Tjul, kg/ha/día de MS), agosto (Tago, kg/ha/día de MS), septiembre (Tset, kg/ha/día de MS), octubre (Toct, kg/ha/día de MS), noviembre (Tnov, kg/ha/día de MS) y se agrega diciembre (Tdic, kg/ha/día de MS) en Pato Branco. La TA antes del primer corte se calculó entre la siembra y el primer corte, más tarde entre los cortes. Las ponderaciones de TA se calcularon para cada mes utilizando la siguiente ecuación:

$$TA_{mi} = [(TA_{x,x-1} * NDM_{x,x-1}) + (TA_{x,x+1} * NDM_{x,x+1})]/ND_{mi} ,$$

donde: TA_{mi} se refiere a la tasa de acumulo de determinado mes i ; $TA_{x,x-1}$: tasa de acumulo entre el corte actual (x) y el corte anterior ($x-1$); $NDM_{x,x-1}$: número de días

del mes i entre los cortes x y $x-1$; $TA_{x,x+1}$: tasa de acumulo entre los cortes actual (x) y el próximo corte ($x+1$); $NDM_{x,x+1}$: número de días del mes i entre los cortes x y $x+1$ y ND_{mi} : número de días del mes i .

3.3.5 Altura del pasto e índice de acame

Se utilizó la metodología descrita por Santos (2009). La altura del pasto fue determinada por medio de una cinta métrica graduada cada 1 cm, midiendo la parte más alta del canopeo y el nivel del suelo. La altura de la planta extendida se midió extendiendo el perfil de esta en sentido vertical desde la parte más alta del perfil hasta el suelo. El índice de acame fue calculada mediante el cociente entre la altura de la planta extendida y la altura de canopeo.

3.3.6 Análisis bromatológico

Las muestras fueron enviadas a una estufa a 55°C durante un período de 72 horas para la obtención de MS. Para llevar a cabo los análisis bromatológicos, las muestras fueron molidas en un molino con tamiz de 1 milímetro. Para analizar el contenido de MS del forraje se pesaron 2 gramos de la muestra procesada y molida, este paso fue duplicado para todas las muestras. En crisoles de porcelana las muestras se colocaron en el horno a 105°C durante 16 horas. Después de este periodo, las muestras fueron pesadas nuevamente, obteniendo el valor final (Lopez-Avila; Young; Beckert, 1998).

Posteriormente, utilizando las muestras ya determinadas en cuanto a materia seca se analizó el contenido de materia mineral del pasto. En este procedimiento, las muestras se introdujeron en un horno de mufla, mantenido a una temperatura de 600 °C, por un período de 4 horas. Después de la quema, las muestras se pesaron y se determinó el contenido de materia mineral determinado (Belal, Al-zaagi & Abounassif, 2001).

Las muestras fueron separadas en dos períodos, esta división se realizó apuntando mayor eficiencia en los recursos necesarios para realizar los análisis, teniendo en cuenta consideración de poca variación entre los cortes. Así, para las muestras de Eldorado, como las forrajeras no tuvieron el mismo número de cortes a lo largo del ensayo, para las mezclas RGE+RGI+AVF+TVP (Raigrás BRS Estações, Raigrás BRS Integração, Avena Fronteira, , y Trebol Vesiculoso BRS Piquete), RGI (Raigrás BRS Integração), RGE (Raigrás Estações), RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) y RGM (Raigrás

Maximus), los cortes 1, 2, 3 y 4 formaron el periodo 1 y los cortes 5, 6, 7 y 8 para las mezclas RGE+RGI+AVF+TVP (Raigrás BRS Estações, Raigrás BRS Integração, Avena Fronteira, y Trebol Vesiculoso BRS Piquete), RGE (Raigrás Estações), RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) y RGM (Raigrás Maximus), excepto RGI (Raigrás BRS Integração) solo hasta el corte 7 formaron el periodo 2. Para las mezclas RGM+AVF+TP (Raigrás Maximus, Avena Fronteira y Trigo BRS Pastoreio), AVM (Avena Milton), RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador), RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) y MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) los cortes 1, 2, 3, 4 y 5 formaron el periodo 1 y los cortes 6, 7, 8 y 9 para las mezclas RGM+AVF+TP (Raigrás Maximus, Avena Fronteira y Trigo BRS Pastoreio), RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) y MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) , y las muestras AVM (Avena Milton) y RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) hasta el corte 10 formaron el periodo 2. En Pato Branco los cortes 1, 2, 3 y 4 formaron el periodo 1 y los cortes 5, 6, 7 y 8 formaron el periodo 2.

Los contenidos de proteína bruta (PB) se evaluaron indirectamente con base en el nitrógeno total (N), multiplicado por el factor de conversión 6,25, utilizando el método Kjeldahl (AOAC, 1995). El contenido de fibras insolubles en detergente neutro (FDN) y fibras insolubles en detergente ácido (FDA) se determinaron según Van Soest, Robertson y Lewins (1991). Para estos análisis se utilizaron bolsas de poliéster de 16 micras y el material fue sometido a una temperatura de 110 °C en autoclave durante 40 minutos (Senger *et al.*, 2008).

3.3.7 Análisis estadístico

Los datos de ambos sitios fueron sometidos a la prueba de normalidad, previo análisis de varianza, y las medias comparadas mediante la prueba de Duncan 5% de variabilidad mediante el programa informático R.

Es importante señalar que ambos estudios se analizaron de forma separada, sin explorar las posibles interacciones entre las forrajeras y las localidades para las variedades.

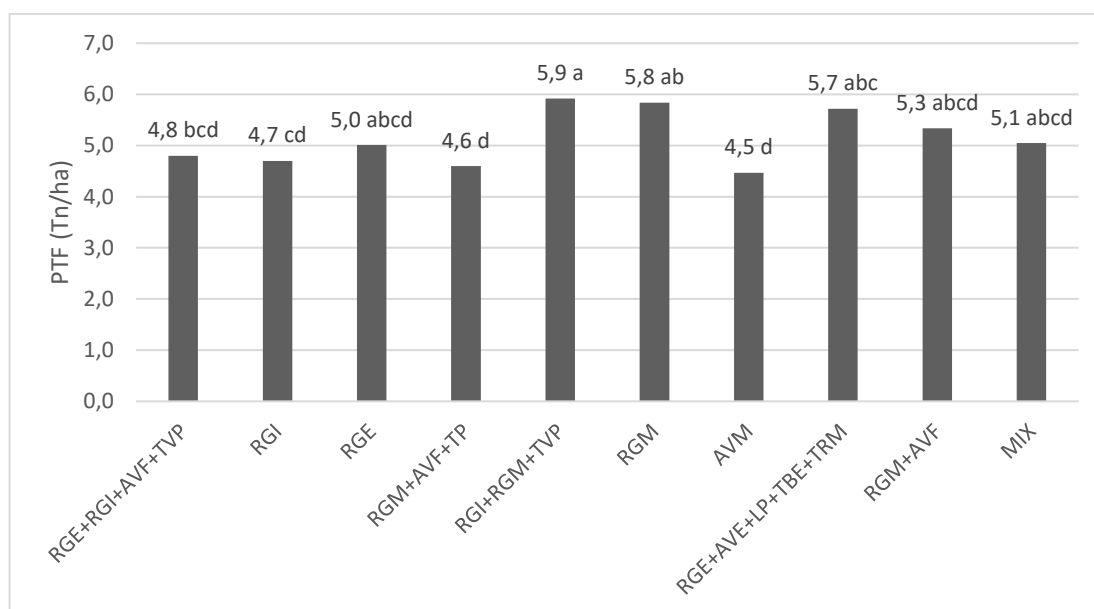
4 RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentarán los resultados por variables obtenidas, en el ensayo de la localidad de Eldorado, seguida de los resultados de la localidad de Pato Branco. En el anexo Tabla 16 se presenta el análisis de la varianza de las variables de la Localidad de Eldorado.

4.1 Producción total de forraje (PTF) y por corte

En la Figura 6 se presentan los datos de producción total de forraje para cada tratamiento en Eldorado, y en la Figura 7 de Pato Branco. En el Anexo las Tabla 8 y Tabla 9 muestran las producciones por corte en Eldorado y Pato Branco.

Figura 6. Producción total forrajera en Tn MS/ha, para cada tratamiento. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

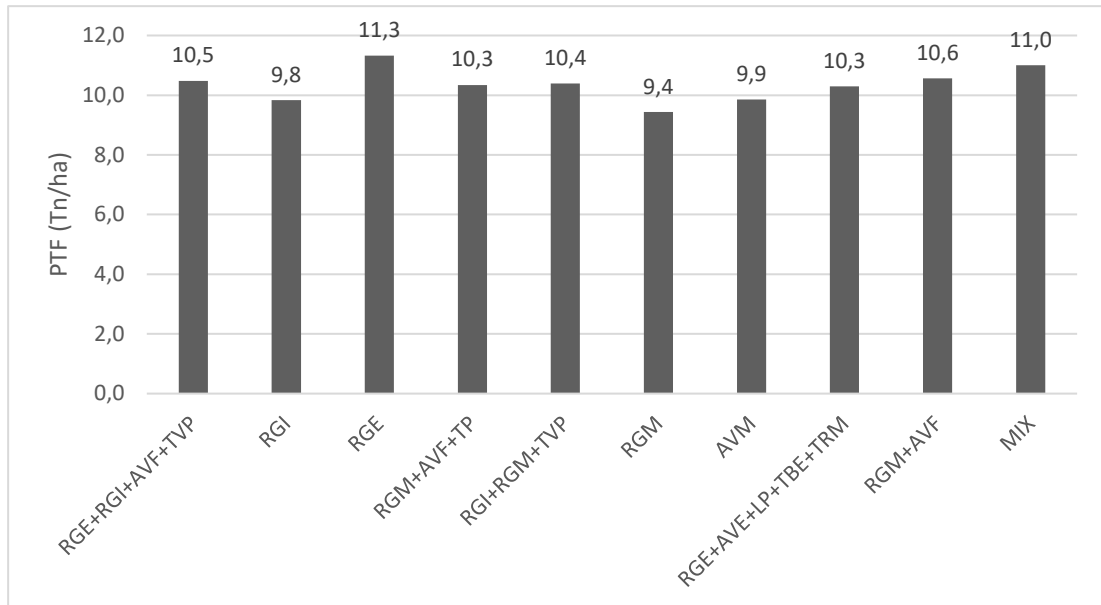


Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; las letras iguales indican la homogeneidad de las medias; PTF: producción total de forraje; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%),

Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%);
MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Figura 7. Producción total forrajera en Tn MS/ha, para cada tratamiento. UTFPR, Campus Pato Branco



Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; PTF: producción total de forraje; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Los tratamientos que se destacaron en Eldorado por su elevada producción de forraje fueron la RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) y el cultivar RGM (Raigrás Maximus), seguidos por la mezcla RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador), RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) y MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139). En contraste, la AVM (Avena Milton) y la mezcla RGM+AVF+TP (Raigrás

Maximus, Avena Fronteira y Trigo BRS Pastoreio) registraron las producciones más bajas.

En la Estación Experimental Agropecuaria INTA Mercedes, ubicada en la provincia de Corrientes, se realizaron ensayos con raigrás y avena durante la campaña 2023. Al concluir el ensayo, la avena negra registró un rendimiento total de 3,7 Tn MS/ha, mientras que el Raigrás Maximus alcanzó un rendimiento acumulado de 4,6 Tn MS/ha, ambos valores inferiores a los obtenidos en este estudio. Cabe destacar que, según el Ing. Pablo Barbera y Julio Benítez (2024), durante el primer trimestre del ensayo, la producción de biomasa fue afectada por plagas y un déficit hídrico, aunque se recuperó tras las lluvias de septiembre. Este fenómeno podría explicar los rendimientos más bajos observados

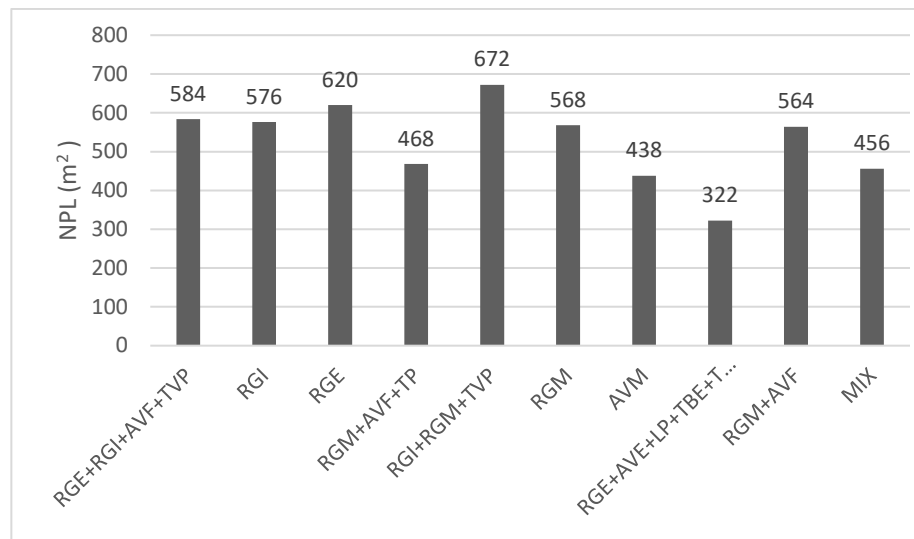
El Raigrás Maximus también fue objeto de estudio junto con otras especies en la región pampeana de Argentina. En 2019, Méndez, *et al.*, junto con el INTA llevaron a cabo una evaluación de cultivares de raigrás en diferentes localidades de la región. En cuanto a los resultados, en Concepción del Uruguay (Entre Ríos), se obtuvo un rendimiento total de forraje (PTF) de 3 Tn MS/ha. Mientras que, en Rafaela, el PTF fue de 2,9 Tn MS/ha. Estos resultados evidenciaron una disminución en rendimiento en comparación con los obtenidos en el presente estudio. Es plausible considerar que la condición inicial del suelo y el nivel de fertilización ejercieron una influencia significativa en la producción total de forraje. Además, es importante tener en cuenta el nivel de precipitación, el cual fue considerablemente menor en comparación con el sitio de este estudio, lo que podría haber afectado aún más los rendimientos obtenidos.

En Pato Branco estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos en PTF, sin embargo RGE (Raigrás Estações) y MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) fueron las que más se destacaron con producciones de 11.3 Tn MS/ha y 11 Tn MS/ha respectivamente.

4.2 Densidad poblacional de plantas para los diferentes tratamientos

En la Figura 8 se muestra los resultados de NPL de Eldorado. Donde el P-valor de la prueba de Duncan fue de 0,47 mostrando poca variabilidad entre los tratamientos. Y en la Figura 9 los resultados de NPL de Pato Branco. El P-valor fue de 0,47 indicando la homogeneidad entre los tratamientos.

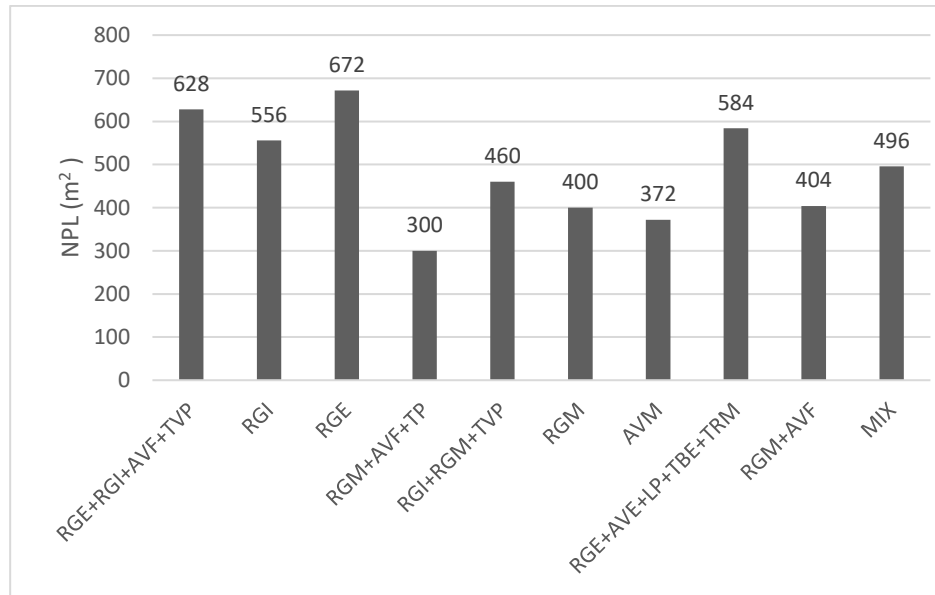
Figura 8. Densidad de planta para cada tratamiento. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022



Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; NPL= Numero de planta; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Figura 9. Densidad de planta para cada tratamiento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; NPL= Numero de planta; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Observando el número de plantas por m² (NPL), los resultados obtenidos en este estudio son superiores a los encontrados por Soares, Pin y Possenti (2012). Estos últimos lograron poblaciones iniciales de 496 y 400 plantas por m², respectivamente, para Avena y Raigrás al sembrar el cuatro de abril. Ensayos realizados en Mercedes Corrientes podemos ver que el número de plantas por m² (NPL) para avena es de 200-250 plantas por m² y para raigrás de 250-300 plantas por m² (Borrajó *et.al.* 2011). Ensayos más recientes podemos ver que el número de plantas por m² para raigrás es de 299- 439 (Barbera *et.al.*2021).

La mezcla RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) se destacó en cuanto a la densidad de plantas en Eldorado. Algunas forrajeras mostraron una adaptabilidad más específica a ciertas

condiciones locales, otras demostraron una consistencia más generalizada. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar la variedad de forraje adecuada para maximizar la eficiencia de establecimiento y crecimiento según las condiciones específicas de cada sitio.

4.3 Número de días hasta el primer corte y número de días de utilización del forraje

En la Tabla 3 se presentan los datos de los días hasta el primer corte y utilización del forraje para ambos sitios.

Tabla 3. Días hasta el primer corte y números de días de utilización del forraje. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022. UTFPR, Campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022

	Eldorado		Pato Branco	
	Días hasta el 1º corte	Días de utilización forraje	Días hasta el 1º corte	Días de utilización forraje
RGE+RGI+AVF+TVP	58	109	76	124
RGI	58	94	76	124
RGE	58	109	76	124
RGM+AVF+TP	48	119	76	124
RGI+RGM+TVP	58	109	76	124
RGM	58	109	76	124
AVM	45	122	76	124
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	48	119	76	124
RGM+AVF	47	120	76	124
MIX	47	120	76	124

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde, AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Desde la siembra hasta el día del primer corte, se observa que, en Eldorado, la AVM (Avena Milton) es la primera en ser cosechada a los 45 días, seguida por la

mezcla RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) y MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) a los 47 días. Es importante destacar que la siembra del ensayo se realizó tarde en comparación con las recomendaciones, en marzo para la avena y abril para el raigrás (Borrajo *et al.*, 2011). En Pato Branco, los días hasta el primer corte fueron de 76 días, 31 días más que en Eldorado, considerando que la siembra se realizó el 17 de mayo, una semana antes que en Eldorado.

El tratamiento que más días de utilización mostró fue la AVM (Avena Milton), mientras que RGI (Raigrás BRS Integração) tuvo la menor cantidad de días de utilización, con 122 días y 94 días respectivamente. Todas las forrajeras se utilizaron hasta noviembre, excepto RGI (Raigrás BRS Integração), que se utilizó solo hasta octubre en Eldorado. En Pato Branco, todas las forrajeras tuvieron 124 días de utilización.

Las forrajeras de invierno pueden suplir eficazmente las deficiencias invernales de las pasturas subtropicales, ya que, al momento de su retiro, estas últimas estarán en condiciones óptimas para el pastoreo. El uso efectivo de las forrajeras de invierno dependerá de su utilización, ya sea solo para pastoreo animal o integradas en un sistema agrícola-ganadero. Si los productores optan por sembrar soja o maíz en octubre, deberán desecar los cultivos de verano de 10 a 20 días después de la siembra.

4.4 Tasa de acumulación

En la Tabla 4 se detallan las tasas de acumulación diaria para cada mes y para cada tratamiento en Eldorado.

Tabla 4. Tasa de acumulación para los diferentes tratamientos en (kg/ha). Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

Tratamientos	T jul	T ago	T sep	T oct	T nov
RGE+RGI+AVF+TVP	35,79 c	22,77 cd	20,01 bcd	18,43 abc	28,00 b
RGI	36,12 c	33,62 ab	16,00 cd	17,08 abc	-
RGE	36,82 c	26,36 bcd	21,74 abcd	20,96 ab	26,00 b
RGM+AVF+TP	31,52 c	19,08 de	13,23 d	9,09 c	15,67 bc
RGI+RGM+TVP	38,24 bc	40,17 a	21,46 abcd	24,22 a	60,67 a
RGM	50,32 ab	32,19 abc	17,38 cd	13,21 bc	27,00 b
AVM	52,63 a	12,00 e	17,44 cd	15,97 abc	23,33 bc
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	61,59 a	27,80 bcd	28,70 a	20,95 ab	30,67 b
RGM+AVF	60,52 a	27,46 bcd	23,37 abc	20,35 ab	31,00 b
MIX	56,82 a	27,09 bcd	28,32 ab	10,16 c	9,28 c
CV (%)	18,25	22,38	25,46	34,21	33,69

P-VALOR	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
---------	-------	-------	-------	------	-------

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en las columnas se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error; T may= tasa del mes de mayo; T jun= tasa del mes de junio; T jul= tasa del mes de julio; T ago= tasa del mes de agosto; T sep= tasa del mes de septiembre; T oct= tasa del mes de octubre; T nov= tasa del mes de noviembre; CV%= coeficiente de variación; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Es importante observar las tasas diarias de acumulación de forraje a lo largo de los meses. Donde el p-valor fue $< 0,05$ en todos los casos. Se identificaron diferencias significativas entre tratamientos en las tasas mensuales de acumulación de forraje.

Al inicio del periodo de utilización, se observa que los tratamientos RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) y RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) presentan una mayor producción en comparación con los demás, seguidos por MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) y AVM (Avena Milton). Esto sugiere que estos tratamientos son adecuados para su uso temprano en la temporada, lo cual es relevante si un establecimiento planea sembrar un cultivo anual como soja o maíz. En este caso, la siembra podría realizarse en octubre, y unos días antes sería necesario desecar los verdeos. Las categorías livianas, como novillitos y vaquillas en recría, podrían aprovechar mejor estos verdeos. Por otro lado, la mezcla RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) inicia con una producción intermedia que aumenta hacia el final del ciclo. Esta mezcla sería adecuada para establecimientos que no tengan previsto un cultivo posterior a los verdeos. La categoría de vacas que mejor podría

aprovechar esta mezcla es aquellas que hayan parido tarde. En rodeos con servicio estacionado desde el 1 de octubre hasta fines de diciembre, las vacas paridas en septiembre normalmente no superan el 50% de preñez (Borrajó *et al.*, 2011). Sin embargo, utilizando raigrás durante el servicio, esta categoría de vacas logró una preñez del 71% con los terneros al pie, que se destetaron con 142 kg (Pizzio *et al.*, 2010).

Estas observaciones son cruciales para mantener la estabilidad en la producción de los verdeos. Los resultados indican que cada tratamiento responde de manera diferente en períodos específicos, subrayando la importancia de considerar las variaciones estacionales para un manejo eficaz del forraje.

En la Tabla 5 se expone los resultados del Campus Pato Branco. En este caso, el p-valor fue $> 0,05$ en todos los casos excepto en agosto y octubre, donde se identificaron diferencias significativas entre tratamientos en las tasas mensuales de acumulación de forraje.

Tabla 5. Tasa de acumulación para los diferentes tratamientos en (kg/ha). UTFPR, Campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022

Tratamientos	T ago	T sep ^{NS}	T oct	T nov ^{NS}	T dic ^{NS}
RGE+RGI+AVF+TVP	79,0 a	80,8	81,8 ab	45,3	37,5
RGI	64,2 abc	65,3	67,9 bc	38,3	31,6
RGE	75,5 ab	74,6	93,3 a	51,9	42,9
RGM+AVF+TP	54,3 c	53,3	64,4 c	52,3	43,3
RGI+RGM+TVP	66,1 abc	68,2	71,7 bc	47,9	39,6
RGM	58,9 bc	59,8	67,4 bc	49,3	40,7
AVM	67,9 abc	68,3	79,2 abc	55,0	45,5
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	76,6 a	78,6	82,8 ab	50,1	41,5
RGM+AVF	75,5 ab	80,3	71,5 bc	40,9	33,8
MIX	71,2 abc	73,2	73,9 bc	52,3	43,3
CV (%)	15,18	19,28	13,82	20,74	20,74
P-VALOR	0,03	0,11	0,02	0,36	0,36

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error; NS= no hay diferencia significativa; T ago= tasa del mes de agosto; T sep= tasa del mes de septiembre; T oct= tasa del mes de octubre; T nov= tasa del mes de noviembre; CV%= coeficiente de variación; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira

(25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

En Pato Branco, los tratamientos que se destacaron al inicio del periodo de utilización fueron la mezcla RGE+RGI+AVF+TVP (Raigrás BRS Estações, Raigrás BRS Integração, Avena Fronteira, y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) y RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador). Estos muestran una mayor producción en comparación con los demás tratamientos, lo que sugiere que son adecuados para su uso temprano en la temporada. Ya al final del periodo la AVM (Avena Milton) se destacó junto con la mezcla MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) y RGM+AVF+TP (Raigrás Maximus, Avena Fronteira y Trigo BRS Pastoreio). Estos resultados indican una respuesta diferente a los tratamientos en periodos específicos, resaltando la importancia de considerar variaciones estacionales para un manejo efectivo del forraje.

La información sobre la tasa de acumulación diaria mensual es crucial para la planificación eficiente del suministro de forraje, lo que puede conducir a una mayor eficiencia y menores costos de producción.

4.5 Índice de acame y altura de corte

En la Tabla 6 se presentan el índice promedio de acame (ACA) de los tratamientos en Eldorado y en la Tabla 7 se muestran los resultados del índice de acame (ACA), de Pato Branco. En la Tabla 10 y Tabla 11 en anexo se presentan los ACA por corte para cada tratamiento. En la Tabla 12 y Tabla 13 en Anexo se muestran las alturas de corte, de canopeo y lamina extendida en la localidad de Eldorado y Pato Branco respectivamente.

Tabla 6. Índice de acame promedio para los tratamientos. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

	ACA (promedio)
RGE+RGI+AVF+TVP	1,17
RGI	1,12
RGE	1,13

RGM+AVF+TP	1,15
RGI+RGM+TVP	1,17
RGM	1,19
AVM	1,13
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	1,20
RGM+AVF	1,20
MIX	1,19

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; ACA: Índice de acame; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 7. Índice de acame (ACA) promedio para los tratamientos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

	ACA (promedio)
RGE+RGI+AVF+TVP	1,33
RGI	1,30
RGE	1,34
RGM+AVF+TP	1,42
RGI+RGM+TVP	1,44
RGM	1,42
AVM	1,34
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	1,31
RGM+AVF	1,41
MIX	1,34

Fuente: Autoría propia (2024)

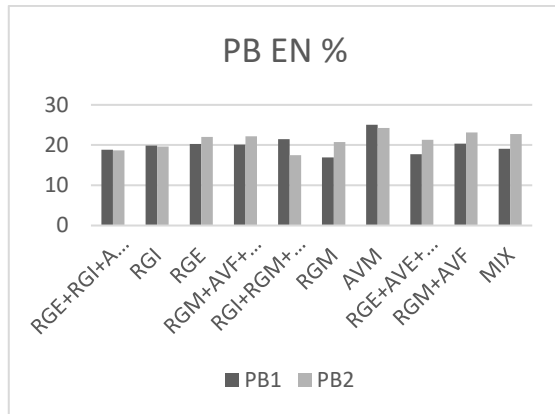
Donde las medias con letras diferentes en la línea se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error. ACA: acame, los números indican el número de corte; CV%= coeficiente de variación; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus

(33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

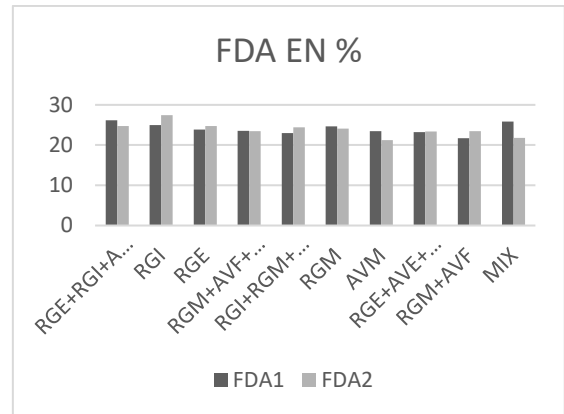
Cuando hablamos del índice de acame no referimos a la tendencia que tienen los cultivos a doblarse o caerse afectando su producción por excesivo sombreamiento en el interior del canope. Las plantas se doblan debido al mejoramiento genético de los forrajes, a la fertilización y mejoras en las prácticas en la siembra como el aumento en la densidad de siembra (Hawerth, *et al.*, 2015). Estas prácticas a pesar de permitir aumentar la producción (Ceccon *et al.*, 2004), aumenta los riesgos de acame de las plantas, con consecuencias en la calidad y en el rendimiento (Mhor, *et al.*, 2007). En Eldorado, las mezclas RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) y RGM+AVF (Raigrás Maximus, y Avena Fronteira) presentan los mayores índices de acame, mientras que RGI (Raigrás BRS Integração) muestra el menor valor. Estos resultados se obtuvieron a partir de la media de los índices de acame por corte, los cuales se detallan en el anexo Tabla 10. En Pato Branco, la mezcla RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) exhibe el mayor índice de acame, mientras que RGI (Raigrás BRS Integração) mantiene el menor valor, basándose también en las medias de los índices de acame de los diferentes cortes, como se indica en el anexo Tabla 11. Cuanto mayor es el índice de acame determina cambios estructuras en el pasto que interfieren con el comportamiento digestivo del animal (Gomide & Gomide, 2001).

4.6 Valores nutricionales

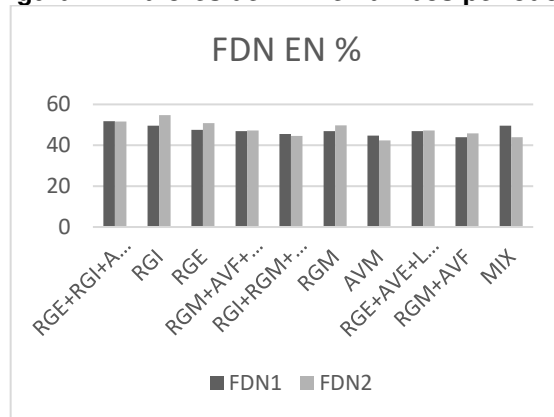
En la Figura 10, 11, 12, y 13 se observan los valores medios de los nutrientes en Eldorado. En el Anexo Tabla 14 se muestran los resultados estadísticos más detallados.

Figura 10. Valores de PB en ambos periodos periodos

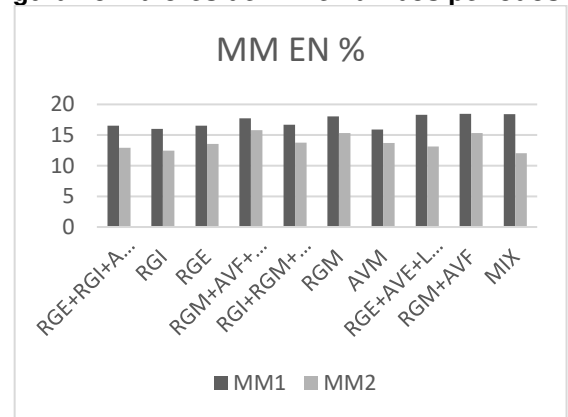
Fuente: Autoría propia (2024)

Figura 11. Valores de FDA en ambos periodos

Fuente: Autoría propia (2024)

Figura 12. Valores de FDN en ambos periodos

Fuente: Autoría propia (2024)

Figura 13. Valores de MM en ambos periodos

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; PB1: proteína bruta periodo 1; FDN1: fibra detergente neutro periodo 1; FDA1: fibra detergente ácida periodo 1; MM1: materia mineral periodo 1; PB2: proteína bruta periodo 2; FDN2: fibra detergente neutro periodo 2; FDA2: fibra detergente periodo 2; MM2: materia mineral periodo 2; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

En cuanto al valor nutricional, se observó que el contenido de proteína bruta fue mayor en la AVM (Avena Milton) en ambos periodos. Valores menores se

observaron en Concordia, Capozzolo *et al.*, (2018) donde evaluaron producción de avena durante el invierno, donde el promedio de PB en el primer periodo fue de 13,2% y en el segundo periodo 9,9%. El crecimiento del cultivo responde a las condiciones ambientales, a su manejo, entre otras variables. El período otoño invierno del 2018 fue frío y seco, con registros de lluvias inferiores a la media histórica (Boletín Meteorológico, 2022).

Los niveles promedio de proteína bruta (PB) hallados en este estudio son comparables a los resultados obtenidos por Silva (2011), quien registró un contenido del 21,6% de PB. Así mismo, en un estudio realizado por Soares, Pin y Possenti (2012), se obtuvieron valores promedio de 20,16% de PB y 56,6% de fibra detergente neutro (FDN) para la Avena, así como 16,6% de PB y 63,5% de fibra detergente ácida (FDA) para el raigrás durante el periodo de siembra en mayo.

La mezcla RGE+RGI+AVF+TVP (Raigrás BRS Estações, Raigrás BRS Integração, Avena Fronteira y Trebol Vesiculoso BRS Piquete) exhibió una mayor concentración de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) en el primer periodo y RGI (Raigrás BRS Integração) en el segundo periodo. Respecto a la materia mineral (MM), la mezcla RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) y la mezcla MIX (Avena Fronteira y Avena Negra BRS 139) mostraron mayores niveles en el primer periodo, mientras que la mezcla RGM+AVF+TP (Raigrás Maximus, Avena Fronteira y Trigo BRS Pastoreio,) y RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira) presentaron mayores niveles en el segundo periodo.

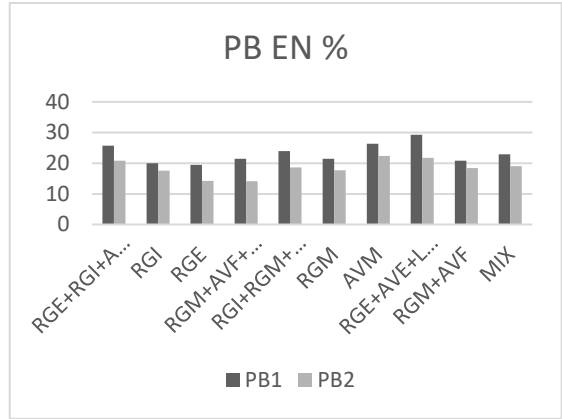
En este estudio, se observaron valores inferiores para ciertas variables en comparación con estudios previos. En particular, los resultados obtenidos fueron menores que los informados por Silva (2011) para la Avena (53,54% para FDN y 34,8% para FDA). Así mismo, fueron inferiores a los valores proporcionados por Luczyszyn y Junior (2007) para Avena + raigrás (52,5% para FND y 29,6% para FDA; 58,3% para FND y 38,2% para FDA en Avena; 52,8% para FDN y 29,8% para FDA en Raigrás), así como a los valores reportados por Fontaneli *et al.*, (2009) para avena negra (50% para NDF y 23% para FDA). No se entiende la cita.

Según Van Soest (1994), la disminución de la fibra detergente neutro (FDN) resulta deseable, ya que la reducción de esta fibra en el forraje favorece una mayor digestibilidad y un aumento en el consumo. No obstante, a medida que progresa la madurez fisiológica, se experimenta un aumento en los niveles de carbohidratos

estructurales, los cuales desempeñan un papel crucial en la calidad del forraje. Los niveles de FDN están sujetos a la gestión realizada durante el pastoreo y a las condiciones del suelo en la región, como señalan Oliveira *et al.*, (2011). Los niveles de FDN representan el componente bromatológico con la mayor correlación negativa con el consumo, mostrando que valores superiores al 55% al 60% se relacionan inversamente con la ingestión de forraje (Mertens, 1987). Otra variable restrictiva para el consumo, especialmente en términos de digestibilidad de los alimentos, es la fibra detergente ácida (FDA).

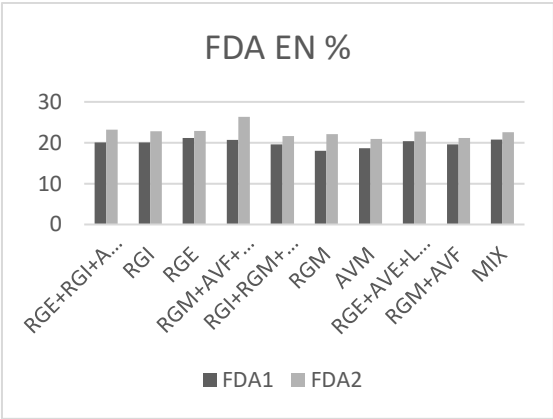
Conforme avanza el ciclo de las estaciones, se evidencia, según Fioreli *et al.*, (2018), una disminución en la calidad nutricional de los forrajes. Este declive se atribuye tanto a la reducción en el contenido de proteínas como al incremento de la presencia fibrosa, una mayor lignificación y una proporción más elevada de pared celular en la estructura de las plantas forrajeras. Estos cambios son consecuencia directa del proceso de maduración que experimentan con el paso del tiempo (Matos, 2017). En los siguientes gráficos, Figura 14, 15, 16 y 17 se muestran los resultados de Pato Branco. En el anexo Tabla 15 se muestran los resultados estadísticos más detallados.

Figura 14. Valores de PB en ambos periodos

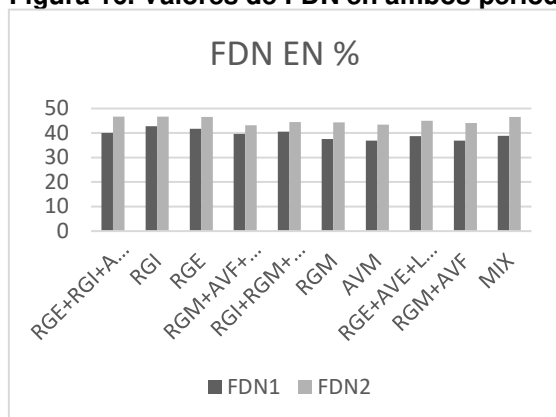
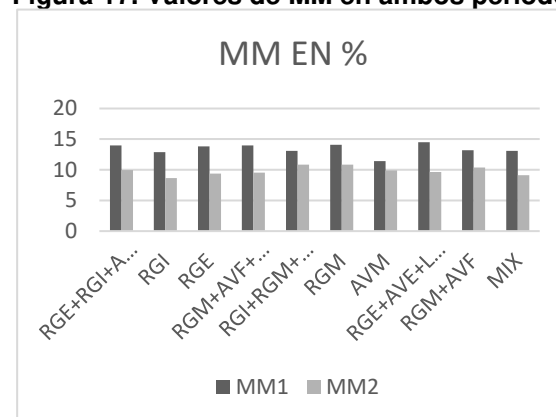


Fuente: Autoría propia (2024)

Figura 15. Valores de FDA en ambos periodos



Fuente: Autoría propia (2024)

Figura 16. Valores de FDN en ambos periodos**Fuente: Autoría propia (2024)****Figura 17. Valores de MM en ambos periodos****Fuente: Autoría propia (2024)**

Donde; PB1: proteína bruta periodo 1; FDN1: fibra detergente neutro periodo 1; FDA1: fibra detergente ácida periodo 1; MM1: materia mineral periodo 1; PB2: proteína bruta periodo 2; FDN2: fibra detergente neutro periodo 2; FDA2: fibra detergente periodo 2; MM2: materia mineral periodo 2; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

La mezcla RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) se destacó de las demás en PB1 y PB2 (con incrementos del 29,31% y 21,78%, respectivamente), exhibiendo su mayor tasa de acumulación en los meses de agosto, septiembre y octubre. En FDA, FDN y MM los tratamientos no se diferenciaron significativamente entre sí.

5 CONCLUSIONES

Se puede observar que la mezcla RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete), RGM (Raigrás Maximus) y la mezcla RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) presentaron mejores resultados en producción total de forraje en Eldorado y en Pato Branco, la mezcla RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira), RGE (Raigrás Estações) y RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) fueron las que destacaron. También podemos ver que la mezcla RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador) es la que destaco en ambos lugares.

En cuanto al valor nutricional, se observó en Eldorado que el contenido de proteína bruta fue mayor en AVM (Avena Milton) y RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira), en ambos periodos. La FDN fue menor en la mezcla RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira), en el primer periodo y AVM (Avena Milton) en el segundo. En Pato Branco el contenido de proteína bruta fue mayor en RGE+AVE+LP+TBE+TRM (Raigrás BRS Estações, Avena IPR Esmeralda, Lotus BRS posteiro, Trebol Blanco Entrevero y Trebol Rojo Mezclador), seguida de AVM (Avena Milton) y RGE+RGI+AVF+TVP (Raigrás BRS Estações, Raigrás BRS Integração, Avena Fronteira y Trebol Vesiculoso BRS Piquete). La FDN fue menor en la mezcla RGM+AVF (Raigrás Maximus y Avena Fronteira), AVM (Avena Milton) y en RGM (Raigrás Maximus).

6 CONSIDERACIONES FINALES

La factibilidad de la siembra y utilización de verdeos de invierno en Misiones depende de varios factores, incluyendo las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la disponibilidad de agua. Al estar en una región subtropical, tiene inviernos suaves y húmedos. Esto puede favorecer ciertos tipos de verdeos de invierno que no requieren temperaturas extremadamente bajas para crecer.

El uso de verdeos de invierno, como el tratamiento RGI+RGM+TVP (Raigrás BRS Integração, Raigrás Maximus y Trebol Vesiculoso BRS Piquete), proporciona suficiente forraje por hectárea y puede resultar en una ganancia de peso significativa para los terneros en recría, contrastando con la pérdida de peso que se observa en las megatérmicas durante el invierno. Implementar estos verdeos mejora la eficiencia del sistema productivo, asegurando la continuidad del crecimiento y desarrollo del ganado durante los meses críticos.

Para optimizar el uso de verdeos de invierno en un sistema productivo, es crucial considerar no solo la producción acumulada de forraje, sino también su distribución temporal y cómo se alinea con las necesidades forrajeras y las prácticas agrícolas del sistema. Para un manejo eficiente, se recomienda el uso de verdeos de invierno con un ciclo que maximice la producción en los meses críticos (julio-agosto) y finalice en septiembre para permitir la siembra de cultivos de verano. Esto asegura un suministro continuo de forraje y optimiza el uso del suelo arable dentro del sistema productivo.

A pesar de lo ante dicho el uso de forrajes de invierno no es una práctica común en la provincia de Misiones para suplir la escasez de alimento durante el bache invernal en los forrajes subtropicales. Generalmente, los ganaderos recurren a pasturas diferidas con suplementación estratégica u otro tipo de reservas, principalmente silo de maíz.

Misiones es mayormente forestal y agrícola, con una importante producción de yerba mate, té y tabaco. Además, la ganadería, aunque no es la principal actividad económica, desempeña un papel significativo en la economía local. Los productores que ya utilizan maíz para hacer silo podrían aprovechar la misma tierra para implantar forrajes de invierno y así rotar con el maíz destinado a la producción de silo. Esta rotación permitiría una mayor disponibilidad de reservas alimenticias. Las categorías de animales que se beneficiarían más de esta práctica serían aquellas con mayores

requerimientos nutricionales, como los terneros recién destetados y la recria de novillitos y vaquillas de reposición.

Cabe destacar que, aunque los productores de carne no suelen utilizar forrajes de invierno, estos sí se emplean como cobertura en las plantaciones de yerba mate. Esta práctica permite la producción de forrajes entre las hileras de yerba mate que no es utilizada por los animales en la mayoría de los casos.

La diversificación de los cultivos y el uso eficiente de la tierra son cruciales para el desarrollo sostenible de la provincia. La implementación de forrajes de invierno no solo contribuiría a una mayor disponibilidad de alimento durante el invierno, sino que también podría mejorar la calidad del suelo y reducir la dependencia de suplementos externos. Además, esta práctica podría fomentar una mayor integración entre la producción agrícola y ganadera, optimizando el uso de los recursos disponibles.

Las mezclas forrajeras juegan un papel clave en la sostenibilidad de los sistemas de producción animal. Su correcta selección y manejo puede mejorar no solo la producción de forraje, sino también la salud del suelo, la calidad nutricional del pasto y el bienestar animal.

7 BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, E. Y. *et al.* Forage yield, chemical composition and in vitro gas production of triticale (X Triticosecale wittmack) and barley (Hordeum vulgare) associated with common vetch (Vicia sativa) preserved as hay or silage. **J Agr Sci** 5: 227-238. 2013. DOI: 10.5539/jas.v5n2p227.

ALVIN, J. M.; CÓSER, M. J. Aveia e raigrás anual: recursos forrageiros para a época da seca. In: **PASTAGENS PARA GADO DE LEITE EM REGIÕES DE INFLUÊNCIA DA MATA ATLÂNTICA**, Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL. p. 83-107, 2000.

AMIGONE, M.; TOMASO, J. Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. **Planteos ganaderos en siembra directa**. EEA Marcos Juárez, INTA. Información para Extensión, n. 103, p. 32-37, 2006.

AOAC INTERNATIONAL. **Journal of AOAC International**. 1995.

BALBINOT JUNIOR, A. *et al.* Integração lavoura-pecuária: intensificação do uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. Southern Forages: Modern Concepts for Forage Crop Management. **Potash & Phosphate Institute**, 2002.

BARBERA, P.; BENÍTEZ, J. Verdeos de Inverno. **Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária - INTA**, Hoja informativa nº 138, 7 p. 2024.

BELAL, F.; AL-ZAAGI, I. A.; ABOUNASSIF, M. A. Voltammetric determination of benazepril and ramipril in dosage forms and biological fluids through nitrosation. **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, v. 84, n. 1, p. 1–8, jan. 2001. ISSN 1060-3271, 1944-7922. Disponível em: <https://academic.oup.com/jaoac/article/84/1/1-8/5656448>.

BHERING, S. B. Mapa de solos do estado do Paraná, legenda atualizada. In: **XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2008.

Boletín meteorológico. Año 38. Eldorado, Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. 2022. Disponible en: <https://www.fcf.unam.edu.ar/la-facultad/proyectos-institucionales-transversales/boletin-meteorologico/> Acesso em: 07 ene. 2024.

BORRAJO, C. I. *et al.* **Verdeos de invierno en Corrientes**. EEA Mercedes, Corrientes. Série Técnica, n. 49, p. 38, 2011.

BORTOLINI, P. C.; MORAES, A. D.; CARVALHO, P. C. D. F. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, supl., p. 2192-2199, 2005. ISSN 1516-3598.

CAPOZZOLO, C.; BRACH, A. M.; GALLARD, A. Avenas: quantidade e qualidade do forragem em um sistema produtivo local - INTA EEA Reconquista ODA UAA. Produção Agrícola, **Voces y Ecos**, n. 41, p. 42-44, 2018.

CARÁMBULA, M. **Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas**. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur, t. 3, 4130, p. 2004.

CARÁMBULA, M. **Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje**. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357, p. 2002.

CARÁMBULA, M. **Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje**. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur, t. 1, 357, p. 2010.

CASTRO, R. L. *et al.* **BRS Pastoreio trigo duplo propósito**. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159000/1/ID43600-FD392BRSPastoreio.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2024.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S.J. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.34, p.1723-1729, 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000600009.

CHIODEROLI, C. A. *et al.* Atributos físicos do solo e produtividade da soja em um sistema de cultivo associado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 37-43, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100005>.

COPAGRIL. **Aveia Branca Fronteira**. 2019. Disponível em: <https://copagrill.agr.br/project-view/aveia-branca-fronteira/>. Acesso em: 07 jan. 2024.

COSTA, C.; MEIRELLES, P.; SILVA, J. Alternativas para contornar a estacionalidade de produção de forragens. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, p. 193-203, 2008.

EMBRAPA. **Aveia Preta - Embrapa 139 (Neblina)**. 2020. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1454/aveia-preta---embrapa-139-neblina>. Acceso el: 07 enero 2024.

EMBRAPA. Raigrás BRS Estações. **Embrapa clima temperado**. 2022. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1145576/1/FOLDER-BRS-ESTACOES.pdf>. Acceso el: 07 enero 2024.

EMBRAPA. Planejamento forrageiro. In: **Embrapa Clima Temperado**, 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214194/1/FOLDER-A3-Planejamento-Forrageiro.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2024.

EMBRAPA. **Trevo-branco BRS Entrevero**. 2014b. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/9592/trevo-branco-brs-urs-entrevero>. Acceso en: 08 enero 2024.

EMBRAPA. **Trevo-vermelho URS BRS Mesclador**. 2019. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6918/trevo-vermelho-urs-brs-mesclador>. Acceso el: 07 enero 2024.

EMBRAPA. **Trevo-vesiculoso BRS Piquete**. 2014a. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/9618/trevo-vesiculoso-brs-piquete>. Acceso el: 07 enero 2024.

ESKANDARI, H.; GHANBARI, A.; JAVANMARD, A. Intercropping of cereals and legumes for forage production. **Not Sci Biol** 1: 7-13. 2009. doi: 10.15835/nsb113479

FARIÑA, M. F.; SARAIVIA, R. **Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo**. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía I. 82 p. 2010.

FARIÑA, S. Aprovechamiento del pasto en sistemas lecheros de Australia y Argentina. En: **Jornada Técnica. Pasturas 2013**. Claves para producir más y mejor. Unidad Integrada Balcarce. E.E.A. Balcarce INTA-Facultad de Ciencias Agrarias UNMDP: pp 59-67. 2013.

FERRAZA, J. M. Dinâmica de produção de forrageiras anuais de inverno semeadas em diferentes épocas. **Dissertação (Mestrado)** — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. 2011.

FIORELI, A. *et al.* Valor nutritivo de gramíneas do gênero *cynodon* consorciadas com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, FapUNIFESP (SciELO), v. 70, n. 6, p. 1970-1978, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10048>. Acesso em: 07 jan. 2024.

FONTANELI, R. S. *et al.* Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, FapUNIFESP (SciELO), v. 38, n. 11, p. 2116-2120. 2009.

FRASER M.D. *et al.* Mixed grazing systems benefit both upland biodiversity and livestock production. **PLoS One**. 2014

GALLEGO, J. J. Verdeos invernales: su nuevo rol en los sistemas ganaderos de los valles norpatagônicos. **Ediciones INTA**, n. 63, p. 1-10. 2015.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. **In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 38. Piracicaba. Anais. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz,. p.808-825, 2001.

HAWERROTH, M. C. *et al.* Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 2, p. 115-125, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000200003.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Aveia Branca Forrageira Esmeralda**. 2016.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ - **IAPAR-EMATER**. 2022. Disponible en: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Boletim-Agrometeorologico>

JISHUAI, S.; FENGWEI, X.; ZHANG, Y. Grassland biodiversity and ecosystem functions Benefit more from cattle tan sheep in mixed grazing: A meta-analysis. **In Journal of Environmental Management**. Vol 337. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117769>

LANG, C. R. Pastejo e nitrogênio afetando atributos da fertilidade do solo e rendimento de milho em sistema de integração lavoura-pecuária. **Tese (Doutorado)** — Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

LIGIER, D. *et al.* **Atlas de suelos de la República Argentina**. Misiones. Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de investigaciones de Recursos Naturales, Buenos Aires. n. 2, 41 p. 1990.

LOPEZ-AVILA, V.; YOUNG, R.; BECKERT, W. F. Stability of organic pollutants during microwave-assisted extraction from solid matrixes. **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, v. 81, n. 2, p. 462–476, 1998. ISSN 1060-3271, 1944-7922. Disponível em: <https://academic.oup.com/jaoac/article/81/2/462-476/5684005>.

LUCZYSZYN, V. C.; JUNIOR, P. R. Composição bromatológica de pastagens de inverno submetidas a pastejo por ovinos, obtidas por fístulas esofágicas. **Revista Acadêmica: Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR**, v. 5, n. 4, p. 345. 2007.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: [s.n.], 1968.

MATOS, O. I. T. Adubação nitrogenada, parcelada ou singular, em pastagem irrigada de *Cynodon* spp. **Dissertação (Mestrado)** — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2492/1/DV_PPGZO_M_Matos,OscarIvanTuz_2017.pdf. Acesso em: 07 jan. 2024.

MÉNDEZ, D. G. *et al.* Red de evaluación de raigrás anual. **Ediciones INTA**. 29 p. 2019.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Oxford University Press (OUP), v. 64, n. 5, p. 1548-1558. 1987.

MOHR, R.M. *et al.* The influence of nitrogen, phosphorus and potash fertilizer application on oat yield and quality. **Canadian Journal of Soil Science**, v.87, p.459-468, 2007. DOI: 10.4141/CJSS06022.

MOORE, K. J.; JUNG, H. G. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v. 54, n. 4, p. 420-430. 2001.

OLIVEIRA, M. *et al.* Produção e valor nutritivo do capim-coastcross sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, FapUNIFESP (SciELO), v. 63, n. 3, p. 694-703. 2011.

PEIXOTO, A. *et al.* La planta forrajera en el sistema productivo. **In: XVII Simposio sobre Manejo de Pastos**. 2001.

PERRACHON, J. Pensemos en los verdeos de invierno. **Revista recursos naturales**, p. 42-46. 2009.

PGG WRIGTSON SEEDS. **Milton Aveia Branca**. 2020. Disponível em: <https://www.pgwsementes.com.br/pastagens-de-inverno/gramineas/anuais/aveia/78/milton/>. Acesso em: 05 jan. 2024.

PINTO, J., R. Nuevo enfoque de la cuestión: ¿por qué sembrar mezclas biodiversas en vez del monocultivo del raigrás?. **ESPECIAL: CULTIVOS PRATENSES**. Vaca Pinta n.º 40. Pags. 156-160. 2023.

PIZZIO, R., SAMPEDRO, D., & ZAPATA, P. Alternativas forrajeras para mejorar la eficiencia reproductiva de parición tardía. **Memoria técnica 2010 b**. Estación Experimental Agropecuaria Mercedes. Centro Regional INTA Corrientes, págs. 41-43. 2010.

RECH, Â. F. *et al.* Principais características de cultivares de raigrás-anual utilizados no estado de santa catarina, brasil. **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina**, v. 35, n. 1, p. 85-92, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i1.1306>. Acesso em: 07 jan. 2024.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A. B. Produtividade Animal e retorno econômico em pastagens de aveia preta mais raigrás adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 357-365. 2000.

ROSO, C. *et al.* Avena Negra, Triticale e Centeno em mistura com Ryegrass. 1. Dinâmica, Produção e Qualidade do Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.

29, p. 75-84. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n1/5734.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2024.

ROYO, L.; BRACH, A. M. Avenas en la cadena forrajera: producción y utilización. **Para Mejorar la Producción**, n. 56, INTA EEA Oliveros, p. 152-158, 2017.

ROYO, L.; BRACH, A. M. Producción y utilización de forrajeras invernales: avena y raigrás. **Voces y Ecos**, n. 31, p. 22-25, 2014.

SANDERSON M. A.; SODER, K. J.; SKINNER, R. H. "Diversifying Forage Systems: A Sustainable Approach to Livestock Production." **Agricultural Systems**, 191, 103-109. 2021.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Características estruturais e índice de tombamento de brachiaria decumbens cv. basilisk em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 626–634, 2009. ISSN 1516-3598. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000400006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 2023-11-10.

SCHEEREN, P. L. Instruções de uso do trigo e triticale. **Passo Fundo: EMBRAPA/CNP**, 19 p. (CNPT, doc. 09). 1984.

SENGER, C. C. *et al.* Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 1, p. 169–174, 2008. ISSN 03778401. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840107005445>. Acesso em: 11 out. 2023.

SILVA, F. B. Qualidade nutricional da aveia sob corte, pastejo e feno com diferentes alturas de manejo. **Dissertação (Mestrado)** — Centro de Ciências Agrárias. 2011. Disponível em: <http://tede.unioeste.br:8080/tede/handle/tede/1621>. Acesso em: 07 jan. 2024.

SILVA, F. *et al.* Normales del clima de la región de Montecarlo. **Actas, XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, UNaM - INTA**. Misiones, Argentina. p. 526-528, 2019.

SILVA, F.; EIBL, B.; BOBADILLA, A. Características de la precipitación durante 1981 – 2012 en Eldorado, Misiones. **Revista Forestal Yvyrareta**, v. 21, p. 35 – 42, 2014.

SOARES, A. B.; PIN, E. A.; POSSENTI, J. C. Valor nutritivo de plantas forrageiras anuais de inverno em quatro épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 120-125, 2012. ISSN 1678-4596. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013000100020&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 07 jan. 2024.

SPARA, A. F.; BARNETO, S. J.; DUFFAU, M. L. Para pasar el invierno... los verdeos. **Infortambo** (383): 56-59. (2021).

SPARA, A. F.; VERNENGO, E. **Especies Invernales utilizadas como Verdeos de Invierno. Generalidades y datos de producción para la zona de influencia de la UNLu**. 1a ed. - Luján: EdUNLu, pp 169. 2023. ISBN 978-631-6582-01-0.

TAFERNABERRI JUNIOR, V. Avaliação agronômica e caracterização morfológica de linhagens de Avena sativa L. e Avena strigosa S. em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Tese (Dissertação)** — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/90295>. Acesso em: 07 jan. 2024.

TAVARES, A. *et al.* **Rendimiento de forraje en cultivos intercalados de gramíneas anuales de invierno**. Passo Fundo: Embrapa, 2014.

TOMASO, J. C. Cereales forrajeros de invierno. **Cuadernillo clásico de forrajeras**, AGROMERCADO, n. 149, 2009.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. [S.l.]: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. Methods of the determination of FDN, FDA and CNE. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WILKINS, P.; ALLEN, D.; MYTTON, L. Differences in the nitrogen use efficiency of perennial ryegrass varieties under simulated rotational grazing and their effects on nitrogen recovery and herbage nitrogen content. **Grass and Forage Science**, Wiley,

v. 55, n. 1, p. 69-76, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2000.00199.x>. Acesso em: 07 jan. 2024.

ZANONIANI, R. A. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. **Agrociencia** (Uruguay), v. 14, n. 3, p. 26-30, 2010.

ZANONIANI, R. A. Productividad de pasturas sembradas pastoreadas con novillos holando. In XLII Jornadas Uruguayas de Buiatria. **Populations of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentanone. J. Dairy. Sei.** 93, 3136-3145. 2014.

8 ANEXO

Tabla 8. Producción por cortes y total de forraje (Tn MS/ha). Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

TRATAMIENTOS	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte	9º Corte	10º Corte	PTF
RGE+RGI+AVF+TVP	2,58 b	0,20 b	0,38 cd 0,805	0,53 a 0,32	0,20 b	0,23 de	0,25	0,42 b			4,80 bcd
RGI	2,68 b	0,19 b	a	bcd	0,27 b	0,14 de	0,29				4,70 cd 5,01 abcd
RGE	2,52 b 3,00	0,28 b	0,42 bc 0,155	0,52 a 0,22	0,22 b	bc	0,26	0,39 b			
RGM+AVF+TP	ab	0,26 b	e	cde	0,33 b	0,11 e 0,26	0,24	0,06 c	0,23 bc		4,62 d
RGI+RGM+TVP	2,60 b	0,31 b	0,80 a	0,59 a 0,48	0,26 b	cd 0,19	0,18	0,91 a			5,92 a
RGM	3,43 a	0,40 b	0,58 b	ab	0,21 b	de 0,22	0,14	0,40 b			5,84 ab
AVM	1,16 c	1,59 a	0,13 e 0,29	0,07 e 0,42	0,18 b	de 0,36	0,24	0,32 b 0,24	0,18 bc	0,35	4,47 d 5,72
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	1,60 c	1,36 a	cde 0,19	ab 0,16	0,61 a	bc	0,36	bc 0,25	0,46 a		abc 5,34
RGM+AVF	1,34 c	1,44 a	de 0,31	de 0,40	0,36 b	0,51 a 0,42	0,31	bc	0,29 b	0,46	abcd 5,05 abcd
MIX	1,55 c	1,26 a	cde	abc	0,60 a	ab	0,25	0,12 c	0,13 c		
CV (%)	21,64	31,34	31,88	32,45	39,75	29,98	43,35	36,29	33,03	37,04	12,49
P-VALOR	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,283	<0,001	<0,001	0,323	0,019

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error; CV%= coeficiente de variación; PTF= producción total de forraje; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 9. Producción por corte y total de forraje (Tn MS/ha). UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

TRATAMIENTOS	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte	PTF NS
RGE+RGI+AVF+TVP	0,32 cd	1,02	1,23	1,85	1,27	1,55	1,03	2,2	10,48
RGI	0,64 ab	1,31	1,19	1,48	1,04	1,29	0,87	2,01	9,84
RGE	0,56 abc	1,24	1,3	1,33	1,47	1,76	1,18	2,48	11,33
RGM+AVF+TP	0,34 cd	1,2	1,12	1,2	0,86	1,26	1,19	3,17	10,34
RGI+RGM+TVP	0,72 a	1,18	1,32	1,17	1,38	1,28	1,09	2,25	10,39
RGM	0,44 bcd	1,23	1,24	1,04	1,2	1,23	1,12	1,93	9,43
AVM	0,30 d	1,11	0,98	1,24	1,33	1,47	1,25	2,17	9,85

RGE+AVE+LP+TBE+TRM	0,23 d	1,09	1,16	1,49	1,48	1,51	1,14	2,19	10,3
RGM+AVF	0,47 abcd	1,41	1,26	1,5	1,53	1,23	0,93	2,23	10,56
MIX	0,61 ab	1,23	1,25	1,55	1,25	1,37	1,19	2,54	11
CV (%)	34,61	27,95	12,76	25,45	23,27	19,59	20,41	37,68	8,5
P-VALOR	<0,001	0,9	0,13	0,11	0,08	0,15	0,34	0,74	0,16

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error; NS= no hay diferencia significativa; CV%= coeficiente de variación; PTF= producción total de forraje; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 10. Índice de Acame por corte para los tratamientos. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte	9º Corte	10º Corte
	ACA 1	ACA 2	ACA 3	ACA 4	ACA 5	ACA 6	ACA 7	ACA 8	ACA 9	ACA 10
RGE+RGI+AVF+TVP	1,58 bc	1,02 c	1,57 b	1,03 b	1,03 c	1,04 c	1,03	1,04	-	-
RGI	1,33 d	1,03 c	1,38 c	1,03 b	1,03 c	1,03 c	1,03	-	-	-
RGE	1,41 bcd	1,03 c	1,39 c	1,03 b	1,04 c	1,04 c	1,03	1,04	-	-
RGM+AVF+TP	1,40 bcd	1,03 c	1,03 d	1,40 a	1,32 a	1,03 c	1,03	1,03	1,04	-
RGI+RGM+TVP	1,44 bcd	1,03 c	1,70 ab	1,02 b	1,03 c	1,03 c	1,03	1,04	-	-
RGM	1,47 bcd	1,03 c	1,79 a	1,03 b	1,04 c	1,04 c	1,04	1,04	-	-
AVM	1,40 cd	1,32 b	1,03 d	1,03 b	1,16 b	1,23 b	1,03	1,03	1,03	1,04
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	1,61 b	1,39 ab	1,13 d	1,52 a	1,03 c	1,04 c	1,03	1,03	1,04	-
RGM+AVF	1,86 a	1,46 a	1,03 d	1,04 b	1,15 b	1,35 a	1,03	1,03	1,04	1,04
MIX	1,88 a	1,28 b	1,03 d	1,36 a	1,03 c	1,03 c	1,03	1,03	1,04	-
CV (%)	9,6	6,86	7,83	11,84	6,35	3	0,37	0,6	0,31	0,15
P-VALOR	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,32	0,11	0,55

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error; CV%= coeficiente de variación; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 11. Índice de Acame por corte para los tratamientos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte
	ACA 1	ACA 2	ACA 3	ACA 4	ACA 5	ACA 6	ACA 7	ACA 8
RGE+RGI+AVF+TVP	1,1	1,58 ab	1,38	1,21	1,3	1,39	1,43	1,26
RGI	1,11	1,32 bc	1,38	1,26	1,42	1,33	1,36	1,19
RGE	1,12	1,65 a	1,39	1,28	1,38	1,36	1,28	1,28
RGM+AVF+TP	1,13	1,61 ab	1,46	1,37	1,46	1,49	1,42	1,42
RGI+RGM+TVP	1,14	1,68 a	1,58	1,32	1,46	1,48	1,41	1,42
RGM	1,16	1,54 ab	1,44	1,36	1,28	1,61	1,31	1,64
AVM	1,07	1,12 c	1,53	1,36	1,43	1,59	1,38	1,27
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	1,09	1,33 bc	1,4	1,16	1,3	1,58	1,37	1,21
RGM+AVF	1,1	1,55 ab	1,49	1,38	1,29	1,61	1,45	1,41
MIX	1,09	1,43 ab	1,43	1,31	1,4	1,52	1,24	1,32
CV (%)	4,16	12,85	12,28	10,07	8,24	11,64	12,18	14,03
P-VALOR	0,27	<0,01	0,8	0,32	0,15	0,18	0,69	0,07

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error; CV%= coeficiente de variación; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%),

Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%);
MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 12. Alturas de corte de canopeo y planta extendida para los diferentes tratamientos. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte	9º Corte	10º Corte
	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)
RGE+RGI+AVF+TVP	50	30	26	36	27	25	28	26	-	-
RGI	43	25	27	30	26	28	30	-	-	-
RGE	33	26	28	28	25	26	30	26	-	-
RGM+AVF+TP	40	26	27	27	25	27	27	28	25	
RGI+RGM+TVP	38	26	27	30	27	26	28	25	-	-
RGM	33	26	26	27	26	27	25	25	-	-
AVM	40	41	24	25	32	28	32	28	30	26
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	30	38	26	25	27	27	27	32	28	
RGM+AVF	28	30	23	25	31	29	26	26	25	26
MIX	30	37	29	35	29	30	30	26	25	

Fuente: Autoría propia (2024)

	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte	9º Corte	10º Corte
	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)
RGE+RGI+AVF+TVP	90	33	52	40	30	29	35	29	-	-
RGI	60	27	44	35	30	29	38	-	-	-
RGE	56	28	46	30	26	28	34	28	-	-
RGM+AVF+TP	70	32	33	50	42	30	30	33	29	
RGI+RGM+TVP	58	27	53	38	30	28	33	27	-	-
RGM	54	29	50	28	29	28	31	27	-	-
AVM	65	60	31	29	45	43	35	35	36	28
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	65	61	31	48	29	28	30	38	30	
RGM+AVF	64	53	30	30	39	42	30	30	33	28
MIX	62	53	34	54	32	34	33	35	28	

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%);

RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%);
MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 13. Alturas de corte canopeo y planta extendida para los diferentes tratamientos. UTFPR, Campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022

	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte
	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)	Canopeo (cm)
RGE+RGI+AVF+TVP	25	24,3	26	41	29	31,3	27,3	24,5
RGI	25	25	27	37	29	28,3	25,5	26,3
RGE	22	25,3	26	34	29	32	29,5	25,5
RGM+AVF+TP	21,5	25	28	36	29	32	28,3	29,3
RGI+RGM+TVP	21,5	26	26	35	28	31	26,8	26,3
RGM	19,3	23,8	26	31	28	32,5	30,8	27,3
AVM	26,5	24,5	25	34	28	30	27,5	28,8
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	24,3	24	26	36	28	31,8	27,8	24,3
RGM+AVF	24	26	25	41	27	29,8	27	28,3
MIX	24,3	24,5	27	41	29	30	28,8	25

Fuente: Autoría propia (2024)

	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte	7º Corte	8º Corte
	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)	Planta extendida (cm)
RGE+RGI+AVF+TVP	27,5	38	36,3	49	38	43,3	39	31
RGI	27,5	33	37	46	40,5	37,5	34,8	31,3
RGE	24,5	42	36,3	42,8	39,5	43,5	37,8	32,8
RGM+AVF+TP	24,3	40	40,3	48,3	42,3	47,5	40	42
RGI+RGM+TVP	24,5	44	41,5	45,8	40	45,8	37,5	37
RGM	22,3	37	36,8	41,8	35,5	51,3	40,5	44,5
AVM	28,3	28	37,8	45	39,8	47,8	37,9	36,5
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	26,8	37	38,5	48,8	36	51	40,3	34,3
RGM+AVF	26,3	35	35,5	47	35,5	47,3	37	34
MIX	26,5	35	38,8	53,3	40,5	45,5	35,5	33

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%),

Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%);
MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 14. Valores medios de nutrientes obtenidos mediante análisis bromatológico en %. Área Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, 2022

TRATAMIENTOS	PB1	FDN1	FDA1	MM1	PB2	FDN2	FDA2	MM2
RGE+RGI+AVF+TVP	18,84 bc	51,73 a	26,15 a	16,50 bcd	18,68 bc	51,55 b	24,74 b	12,90 bcd
RGI	19,84 bc	49,60 ab	24,95 abc	16,02 cd	19,65 bc	54,82 a	27,40 a	12,46 cd
RGE	20,28 bc	47,50 bc	23,83 bcd	16,52 bcd	22,04 ab	50,84 b	24,75 b	13,55 bc
RGM+AVF+TP	20,13	46,92 bc	23,56 cd	17,73 abc	22,21 ab	47,27 cd	23,43 b	15,79 a
RGI+RGM+TVP	21,43 b	45,43 cd	22,98 cd	16,68 abcd	17,52 c	44,52 de	24,40 b	13,78 b
RGM	16,9 c	46,96 bc	24,64 abc	18,02 ab	20,73 abc	49,70 bc	24,08 b	15,32 a
AVM	25,04 a	44,77 cd	23,46 cd	15,88 d	24,28 a	42,30 e	21,26 c	13,70 b
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	17,71 bc	46,92 bc	23,22 cd	18,28 ab	21,32 abc	47,30 cd	23,38 b	13,13 bcd
RGM+AVF	20,32 bc	43,96 d	21,73 d	18,44 a	23,16 ab	45,75 d	23,48 b	15,35 a
MIX	19,09 bc	49,59 ab	25,81 ab	18,39 a	22,76 ab	43,98 de	21,79 c	12,01 d
CV (%)	11,8	3,77	5,53	6,57	14,39	4,34	4,45	5,19
P-VALOR	<0 ,01	<0 ,01	<0 ,01	<0 ,01	0,03	<0 ,01	<0 ,01	<0 ,01

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error. PB1: proteína bruta periodo 1; FDN1: fibra detergente neutro periodo 1; FDA1: fibra detergente ácida periodo 1; MM1: materia mineral periodo 1; PB2: proteína bruta periodo 2; FDN2: fibra detergente neutro periodo 2; FDA2: fibra detergente periodo 2; MM2: materia mineral periodo 2; CV%: coeficiente de variación; AVM: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%),

Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%);
MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 15. Valores medios de nutrientes obtenidos mediante análisis bromatológico. UTFPR, campus Pato Branco, mayo a diciembre de 2022

TRATAMIENTOS	PB1	FDN1	FDA1	MM1	PB2	FDN2	FDA2	MM2
RGE+RGI+AVF+TVP	25,68	39,98 abc	20,1	14	20,83 a	46,7	23,2	9,96 abc
RGI	20	42,80 a	20,1	12,9	17,55 ab	46,7	22,8	8,64 c
RGE	19,46	41,76 ab	21,2	13,8	14,23 b	46,5	22,9	9,38 bc
RGM+AVF+TP	21,41	39,66 abc	20,7	14	14,09 b	43,2	26,3	9,53 abc
RGI+RGM+TVP	23,95	40,52 abc	19,6	13,1	18,60 ab	44,5	21,6	10,86 a
RGM	21,47	37,59 c	18	14,1	17,71 ab	44,4	22,1	10,86 a
AVM	26,33	36,87 c	18,7	11,4	22,35 a	43,4	20,9	9,92 abc
RGE+AVE+LP+TBE+TRM	29,31	38,78 bc	20,4	14,5	21,78 a	45	22,7	9,65 abc
RGM+AVF	20,86	36,86 c	19,6	13,2	18,42 ab	44,1	21,2	10,37 abc
MIX	22,91	38,84 bc	20,8	13,1	18,99 ab	46,5	22,6	9,12 bc
CV (%)	37,06	12,12	14,48	27,86	20,15	12,07	34,07	18,15
P-VALOR	0,32	0,02	0,11	0,53	0,04	0,42	0,48	0,02

Fuente: Autoría propia (2024)

Donde las medias con letras diferentes en la columna se diferencian entre sí usando la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error. PB1: proteína bruta periodo 1; FDN1: fibra detergente neutro periodo 1; FDA1: fibra detergente ácida periodo 1; MM1: materia mineral periodo 1; PB2: proteína bruta periodo 2; FDN2: fibra detergente neutro periodo 2; FDA2: fibra detergente periodo 2; MM2: materia mineral periodo 2; CV%: coeficiente de variación; AV: Avena Milton; RGM: Raigrás Maximus; RGI: Raigrás BRS Integração; RGE: Raigrás Estações; RGI+RGM+TVP: Raigrás BRS Integração (33%), Raigrás Maximus (33%) y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (33%); RGM+AVF+TP: Raigrás Maximus (33%), Avena Fronteira (25%), y Trigo BRS Pastoreio (42%); RGE+RGI+AVF+TVP: Raigrás BRS Estações (33%), Raigrás BRS Integração (25%), Avena Fronteira (33%), y Trebol Vesiculoso BRS Piquete (8%); RGM+AVF: Raigrás Maximus (33%), y Avena Fronteira (67%); RGE+AVE+LP+TBE+TRM: Raigrás BRS Estações (42%), Avena IPR Esmeralda (33%), Lotus BRS posteiro (13%), Trebol Blanco Entrevero (5%), y Trebol Rojo Mezclador (7%); MIX: Avena Fronteira (95%) y Avena Negra BRS 139 (5%).

Tabla 16. Análisis de la Varianza de las variables

	Fuente de Variación	Grados de Libertad (Df)	Suma de Cuadrados (Sum Sq)	Media Cuadrática (Mean Sq)	Valor F (F value)	valor p (Pr(>F))	MEDIA GENERAL	CV %
PTF	Tratamiento	9	10118527	1124281	2.62	0.02	5152	12.69
	bloque	3	889732	296577	0.69	0.56		
	Residuals	27	11547391	4276781				
NPL	Tratamiento	9	386957	42995	0.98	0.471	526.825	39.62
	bloque							
	Residuals	30	1307081	43569				
PB1	Tratamiento	9	178.9	19.857	3.57	0.004	19.96	11.8
	bloque	3	114.4	38.13	6.87	0.001		
	Residuals	27	149.8	5.55				
FDN1	Tratamiento	9	206.76	22.974	7.223	2.81e-05	47.34	3.77
	bloque	3	6.98	2.32	0.73	5.41e-01		
	Residuals	27	85.85	3.18				
FDA1	Tratamiento	9	65.84	7.316	4.145	0.002	24.03	5.53
	bloque	3	8.46	2.82	1.59	0.21		
	Residuals	27	47.65	1.766				
MM1	Tratamiento	9	37.64	4.182	3.251	0.008	17.25	6.57
	bloque	3	5.02	1.67	1.30	0.29		
	Residuals	30	39.69	1.323				
PB2	Tratamiento	9	160	17.781	2.451	0.03	21.24	12.66
	bloque	3	85.35	28.45	3.93	0.01		
	Residuals	27	195	7.22				
FDN2	Tratamiento	9	546.4	60.71	14.10	4.41e-08	47.80	4.34
	bloque	3	48.28	16.09	3.73	2.28e-02		
	Residuals	27	116.5	4.30				
FDA2	Tratamiento	9	104.18	11.576	10.250	1.12e-06	23.87	4.45
	bloque	3	2.35	0.78	0.69	5.63e-01		
	Residuals	27	30.47	1.12				
MM2	Tratamiento	9	59.90	6.657	12.96	1.06e-07	13.80	5.19
	bloque	3	0.63	0.21	0.40	7.47e-01		
	Residuals	27	13.86	0.51				

Fuente: Autoría propia (2024)