

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

**MORFOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE CAPINS TROPICAIS
SOBRESSEMEADOS COM AVEIAS COM E SEM IRRIGAÇÃO**

MAMADOU CELLOU ABDOULAYE DIALLO

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2025

MORFOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE CAPINS TROPICAIS SOBRESSEMEADOS COM AVEIAS COM E SEM IRRIGAÇÃO

MAMADOU CELLOU ABDOULAYE DIALLO
Engenheiro Agrícola

Orientador: Prof. Dr. Eder Pereira Gomes

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande
Dourados (UFGD), como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia -
Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

D537m Diallo, Mamadou Cellou Abdoulaye

MORFOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE CAPINS TROPICAIS SOBRESSEMEADOS COM AVEIAS COM E SEM IRRIGAÇÃO [recurso eletrônico] / Mamadou Cellou Abdoulaye Diallo. -- 2025.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: PROF. Dr. EDER PEREIRA GOMES.

Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Capim Mg-5. 2. Capim Mombaça. 3. Capim Tifton 85. 4. Valor nutricional. 5. Produtividade de forragens. I. Gomes, Prof. Dr. Eder Pereira. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

MORFOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE CAPINS TROPICAIS SOBRESSEMEADOS COM AVEIAS COM E SEM IRRIGAÇÃO

por

MAMADOU CELLOU ABDOULAYE DIALLO

Tese apresentada como parte dos requisitos, para obtenção do título de DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovado em 15/09/2025

Documento assinado digitalmente
 **EDER PEREIRA GOMES**
Data: 12/11/2025 10:08:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eder Pereira Gomes
Orientador – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **MUNIR MAUAD**
Data: 12/11/2025 10:35:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Munir Mauad
Membro titular interno UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **ALESSANDRA MAYUMI TOKURA ALOVISI**
Data: 11/11/2025 16:54:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Alessandra Mayumi Tokura Alovisei
Membro titular interno UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO COUTO SANTOS**
Data: 11/11/2025 19:58:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Couto Santos
Membro titular externo UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **AILSON MACIEL DE ALMEIDA**
Data: 11/11/2025 14:31:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ailson Maciel de Almeida
Membro titular externo UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **GEORGE DO NASCIMENTO ARAUJO JUNIOR**
Data: 11/11/2025 14:44:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. George do Nascimento Araujo Junior
Membro titular externo SENAI-CIMATEC

DEDICATÓRIA

A ALLAH,
aos meus pais,
Abdoulaye e a minhã falecida mãe Assiatou Diallo
Aos meus tios
Boubacar Diallo e Mamadou Diallo
aos professores
Eder Pereira Gomes, Mábio Silvan José da Silva e Arthur Carniato Sanches, Rodrigo Couto
Santos, Alfa Oumar Diallo, Débora Pantojo de Souza
e aos meus amigos.
Flávio João Adulai Bari, Matar Gning, Abdou Kéba Sylla
Dedico e ofereço!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Allah, por sempre guiar meus passos por onde vou e me conceder a força e o discernimento necessários para alcançar meus objetivos, tanto profissionais quanto humanos.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e pela conquista do título de Doutor em Agronomia.

Ao meu pai Abdoulaye Diallo, e à minha falecida mãe Assiatou Diallo, que sempre me incentivaram e apoiaram em todas as atividades desenvolvidas durante minha trajetória acadêmica.

Ao meu filho, pelo carinho e por ter suportado a distância durante esses anos, sempre me apoiando em meus objetivos.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Eder Pereira Gomes e Prof. Dr. Mábio Silvan José da Silva, pela orientação e pelo tempo generosamente dedicado a transmitir-me os melhores e mais úteis ensinamentos, sempre com paciência, serenidade e, acima de tudo, confiança.

Aos professores Arthur Carniato Sanches, Alfa Oumar Diallo, Cíntia Santos Diallo, Rodrigo Couto Santos e Débora Pantojo de Souza, pela amizade, companheirismo, paciência e pela experiência profissional e técnica compartilhada.

Aos meus amigos Flávio João Adulai Bari, Matar Gning e Esposa M'bene Diouf, Ailson Maciel de Almeida e Abdou Kéba Sylla, pelos bons momentos de descontração e pelo apoio para enfrentar a vida da melhor forma possível.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA), Valmir Rosa de Siqueira (Sassá) e Lutvih Kuttert (Seller), pelo apoio prestado.

À CAPES, por todo o suporte financeiro e científico que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa e pela valiosa amizade. Que Deus abençoe cada um de vocês e lhes conceda muitas realizações e saúde!

Meus sinceros agradecimentos.

Epígrafe

O Profeta Muhammad ﷺ também afirmou:

“A busca do conhecimento é uma obrigação para todos os muçulmanos.” (Al-Tirmidhi)

“Aprender é um dever que não se encerra no tempo, porque o saber purifica o coração, ter paciência ao longo de sua pesquisa, eleva a alma e transforma a sociedade.”

“Quando o conhecimento é buscado com sinceridade e usado para beneficiar os outros, ele se transforma em luz que dissipa a ignorância e em ponte que aproxima os corações. Assim, a ciência e a fé se unem no propósito maior de servir ao Criador e à humanidade.”

DIALLO, Mamadou Cellou Abdoulaye. **Morfologia e produtividade de capins tropicais sobressemeados com aveia com e sem irrigação.** 2025. 171 f. TESE de Doutorado (Doutorado em Pós-Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2025.

RESUMO GERAL

A irrigação das pastagens pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade e a produtividade dos pastos de clima tropical; entretanto, os benefícios a longo prazo ainda são pouco estudados. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar as características produtivas e morfológicas dos capins *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85, *Urochloa brizantha* cv. Mg-5 e *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, sobressemeados com *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda e *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61, submetidos ou não à irrigação, com intensidade de aplicação (IA) de 2,14 mm h⁻¹, durante dois anos. O experimento foi realizado no período de 15 de maio a 10 de novembro de 2022 (ano 1) e de 15 de maio a 10 de novembro de 2023 (ano 2), na Área Experimental de Irrigação da UFGD. foi conduzido um experimento em blocos casualizados, com capins tropicais sobressemeados com aveia, irrigados e não irrigados, durante dois anos. Foram avaliadas as características produtivas totais da forragem, morfológicas (taxa de acúmulo de forragem, altura de dossel, relação folha: colmo e material senescente) e nutricionais (proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms). Os resultados apresentados nos três capítulos desta tese demonstram que a irrigação proporcionou incrementos expressivos na produtividade total de massa seca, com aumentos médios que variaram de 77,97%, 44,59% e 133,96% conforme a espécie. Também a irrigação promoveu respostas diferenciadas na relação folha: colmo e na porcentagem de material senescente dos capins. Com um aumento na taxa de acúmulo de forragem (TAF) na irrigação, resultando em uma produtividade média de 18,32 Mg ha⁻¹ sob irrigação e 10,16 Mg ha⁻¹ sem irrigação. O capim mais produtivo foi o Tifton 85, seguido pelo Mg-5 e, por fim, o Mombaça, com médias de massa seca de 15,31; 13,96 e 13,47 Mg ha⁻¹, respectivamente. Estudos indicam redução na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação, apresentando valores de 2,88% e 5,73% com irrigação, contra 4,82% e 8,11% sem irrigação. O Tifton 85 produziu mais massa seca em comparação aos outros capins, com aumento de 1,98% no Mg-5 e 17,00% no Mombaça. Os maiores valores da relação folha: colmo (RFC) foram observados no segundo ano de avaliação (2,86 vs. 3,75), com maiores ganhos nos sistemas irrigados (3,36 vs. 3,24). O maior RFC foi encontrado no capim Mombaça (3,74), com diminuição de 8,41% no Mg-5 e 38,52% no Tifton 85. Os teores de proteína bruta (PB) não sofreram variações significativas em função da irrigação. A sobressemeadura com *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda e *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61 destacou-se por elevar significativamente a produtividade e os teores de proteína bruta, proporcionando melhorias de até 20% na qualidade nutricional da forragem. Entretanto, houve diferenças entre os capins avaliados, com o Tifton 85 apresentando maior PB (15,54%), correspondendo a níveis protéicos 8,37% e 13,60% superiores aos do Mg-5 e Mombaça, respectivamente. A integração das evidências dos capítulos 1, 2 e 3 indica que os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms) não sofreram variações significativas devido à irrigação, embora tenha havido diferença de 2,77, 2,46 e 2,51 pontos percentuais entre CI e SI nas áreas sobressemeadas com aveias, respectivamente, Tifton 85, Mg-5 e Mombaça. Em síntese, os capítulos da presente tese evidenciam que a interação entre manejo hídrico, sobressemeadura e pastejo constitui uma estratégia eficiente para intensificar a produção forrageira em regiões tropicais, promovendo maior eficiência produtiva, melhor desempenho animal e sustentabilidade dos sistemas de produção.

Palavras-chave: Capim Mombaça, Capim Mg-5, Capim Tifton 85, Valor nutricional, Produtividade de forragens.

DIALLO, Mamadou Cellou Abdoulaye. **Morphology and productivity of tropical grasses overseeded with oats with and without irrigation.** 2025. 171 f. Doctoral Thesis (Doctorate in Graduate Studies in Agronomy) - Faculty of Agrarian Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados, 2025.

ABSTRACT

Irrigation of pastures can be a strategy to improve the quality and productivity of tropical grasslands; however, its long-term benefits remain little studied. Therefore, this research aimed to evaluate the productive and morphological characteristics of *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85, *Urochloa brizantha* cv. Mg-5, and *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, overseeded with *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda and *Avena strigosa* Schreb. cv. Iapar 61, under irrigated and non-irrigated conditions, with an application intensity (AI) of 2.14 mm h⁻¹, over two years. The experiment was conducted from May 15 to November 10, 2022 (Year 1) and from May 15 to November 10, 2023 (Year 2), at the Experimental Irrigation Area of the Federal University of Grande Dourados (UFGD). A randomized block design was used, with tropical grasses overseeded with oats, under irrigated and non-irrigated systems, for two consecutive years. The following variables were evaluated: total forage production, morphological characteristics (forage accumulation rate, canopy height, leaf-to-stem ratio, and senescent material percentage), and nutritional attributes (crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and in vitro dry matter digestibility (IVDMD)). The results presented across the three chapters of this thesis demonstrate that irrigation led to significant increases in total dry matter yield, with average increments of 77.97%, 44.59%, and 133.96%, depending on the species. Irrigation also promoted distinct responses in the leaf-to-stem ratio and in the percentage of senescent material in the grasses. The increased forage accumulation rate (FAR) under irrigation resulted in an average yield of 18.32 Mg ha⁻¹ with irrigation and 10.16 Mg ha⁻¹ without irrigation. Among the species, Tifton 85 was the most productive, followed by Mg-5 and Mombaça, with average dry matter yields of 15.31, 13.96, and 13.47 Mg ha⁻¹, respectively. Studies indicated a reduction in the percentage of senescent material under irrigation, with values of 2.88% and 5.73% in irrigated systems versus 4.82% and 8.11% in non-irrigated systems. Tifton 85 produced more dry matter compared to the other grasses, with increases of 1.98% over MG-5 and 17.00% over Mombaça. The highest leaf-to-stem ratio (LSR) values were observed in the second year (2.86 vs. 3.75), with greater gains under irrigation (3.36 vs. 3.24). The highest LSR was found in Mombaça grass (3.74), decreasing by 8.41% in Mg-5 and 38.52% in Tifton 85. Crude protein (CP) contents did not show significant variations as a function of irrigation. Overseeding with *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda and *Avena strigosa* Schreb. cv. Iapar 61 stood out by significantly increasing productivity and crude protein levels, improving forage nutritional quality by up to 20%. However, differences among grasses were observed: Tifton 85 had the highest CP content (15.54%), corresponding to 8.37% and 13.60% higher protein levels compared to Mg-5 and Mombaça, respectively. Integration of evidence from Chapters 1, 2, and 3 indicates that neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) were not significantly affected by irrigation, although differences of 2.77, 2.46, and 2.51 percentage points were observed between irrigated (IR) and non-irrigated (NIR) treatments in areas overseeded with oats, for Tifton 85, Mg-5, and Mombaça, respectively. In summary, the chapters of this thesis highlight that the interaction among water management, overseeding, and grazing constitutes an efficient strategy to intensify forage production in tropical regions, promoting greater productive efficiency, improved animal performance, and sustainability of production systems.

Key-words: Grass Mombasa. Grass Mg-5. Grass Tifton 85. Nutritional value. Forage productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS.....	37
Figura 2: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS.....	37
Figura 3: Croquis da área experimental.....	39
Figura 4: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS.....	41
Figura 5: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS.....	41
Figura 6: Produtividade Total por parcela (Mg ha ⁻¹) do capim Tifton 85 sobressemeados com aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	44
Figura 7: Relação folha/colmo (RFC) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	50
Figura 1: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS.....	76
Figura 2: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS.....	76
Figura 3: Croquis da área experimental.....	78
Figura 4: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS.....	80
Figura 5: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS.....	80
Figura 6: Produtividade Total por parcela (Mg ha ⁻¹) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	83

Figura 7: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	89
Figura 8: Material senescente geral (MS, %) do capim Mg-5 sobressemeados de aveias em função da irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	92
Figura 1: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS	114
Figura 2: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS	114
Figura 3: Croquis da área experimental	116
Figura 4: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS	117
Figura 5: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS	118
Figura 6: Produtividade Total por parcela (Mg ha ⁻¹) do capim Mombaça sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	121
Figura 7: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	128
Figura 8: Material senescente (MS, %) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Análise química do solo nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m	38
Tabela 2: Esquema experimental (fatores e níveis).....	38
Tabela 3: Esquema da análise de variâncias.....	39
Tabela 4: Produtividade total de massa seca (PTMS, Mg ha ⁻¹) anual e a irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	43
Tabela 5: altura (ALT, cm) do capim Tifton 85 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	47
Tabela 6: Relação folha/colmo (RFC) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	49
Tabela 7: Material senescente (MS, %) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	52
Figura 8: Material senescente geral (MS, %) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias em função da irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil.....	53
Tabela 9: Porcentagem geral da Proteína Bruta (FB; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	55
Tabela 10: Porcentagem geral da Fibra em Detergente Neutro (FDN; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	57
Tabela 11: Porcentagem geral da Fibra em Detergente Ácido (FDA; %) sobressemeadas com aveias durante o período experimental no ano 1 (15 de maio a 10 de novembro de 2022) e no ano 2 (15 de maio a 10 de novembro de 2023). Dourados/MS, Brasil.	59
Tabela 12: Porcentagem geral da Digestibilidade in vitro (DIV; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	61
Tabela 1: Análise química do solo nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m.....	77
Tabela 2: Esquema experimental (fatores e níveis).....	77
Tabela 3: Esquema de análise de variâncias.....	78

Tabela 4: Produtividade total de massa seca (PTMS, Mg ha ⁻¹) com o capim Mg-5 sobressemeado com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil.....	82
Tabela 5: altura (ALT, cm) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	86
Tabela 6: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	88
Tabela 7: Material senescente (MS, %) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	91
Tabela 8: Porcentagem geral da Proteína Bruta (FB; %), do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	94
Tabela 9: Porcentagem geral da FDN (FDN; %), do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	96
Tabela 10: Porcentagem geral da FDA (FDA; %), do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	98
Tabela 11: Porcentagem geral da Digestibilidade in vitro (DIV; %), do capim Mg-5 sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil.....	99
Tabela 1: Análise química do solo nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m.....	114
Tabela 2: Esquema experimental (fatores e níveis).....	115
Tabela 3: Esquema da análise de variâncias.....	115
Tabela 4: Produtividade total de massa seca (PTMS, Mg ha ⁻¹) com a sobressemeadura e a irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	120
Tabela 5: altura (ALT, cm) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	124

Tabela 6: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	127
Tabela 7: Material senescente (MS, %) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	129
Tabela 8: Porcentagem geral da Proteína Bruta (FB; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	132
Tabela 9: Porcentagem geral da FDN (FDN; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	134
Tabela 10: Porcentagem geral da FDA (FDA; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	136
Tabela 11: Porcentagem geral da Digestibilidade in vitro (DIV; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil	137

ABREVIACÕES

Al: Alumínio

Ca: Cálcio;

CI: Com a irrigação;

CS: Com a sobressemeadura;

DIV: Digestibilidade *in vitro*;

FDA: Fibra em Detergente ácido;

FDN: Fibra em Detergente Neutro;

H+Al: Acidez potencial;

I: Irrigação;

K: Potássio;

M.O: Matéria orgânica;

MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb.* Cv. Iapar 61;

MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda;

Mg: Magnésio;

Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa Schreb.* Cv. Iapar 61;

Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda;

MS: Massa seca de material senescente;

MS: Material senescente;

MSC: Massa seca de colmos;

MSF: Massa seca de folhas;

P: fósforo;

PB: Proteína Bruta;

pH: Potencial hidrogeniônico;

PMS: Porcentagens de material senescente

PTMS: Produtividade total de matéria seca;

RFC: Relação folha/colmo;

SI: Sem a irrigação;

SS: Sem a sobressemeadura

T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61;

T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda;

TAS (I): Tensões da água no solo com a irrigação;

TAS (NI): Tensões da água no solo sem a irrigação;

V (%): Saturação por base;

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução	1
1.1 hipótese e objetivo geral	3
1.2 objetivos específicos	3
2 Revisão Bibliográfica	5
2.1 Sistema de produção em pastagens tropicais	5
2.2 fatores de intensificação de pastagens	6
2.3 Forrageiras espécies tropicais	8
2.4 Sobressemeadura de pastagens	10
2.5 Forrageiras de espécies hibernais	11
2.5.1 <i>Avena Strigosa Schreb.</i> cv. Iapar 61	11
2.5.2 <i>Avena Sativa L.</i> cv. IPR Esmeralda	13
2.6 Composição Bromatológica	15
2.7 Referências Bibliográficas	18
3 CAPÍTULO I: Avaliação morfológica, produtiva e bromatológica do capim Tifton em sistemas de irrigação e sobressemeadura de aveia	85
RESUMO	34
3.1 Introdução	34
3.2 Material e métodos	36
3.2.1 Localização da área experimental	36
3.2.2 Clima da região	36
3.2.3 Caracterização do solo da área experimental	38
3.2.4 Delineamento experimental	38
3.2.5 Manejo de irrigação	39
3.2.5.1 Determinação da lâmina de irrigação	39
3.2.5.2 Manejo e monitoramento da umidade do solo	40
3.2.6 Coletas de biomassa	42

	xv
3.2.7 Procedimentos de secagem e pesagem	42
3.2.8 Parâmetros avaliados	42
3.2.9 Análise de variância	43
3.3 Resultados e discussão	43
3.3.1 Produtividade total de matéria seca	43
3.3.2 Altura do dossel	47
3.3.3 Relação folha/colmo	49
3.3.4 Material senescente	52
3.3.5 Proteína Bruta	55
3.3.6 Fibra em detergente neutro	57
3.3.7 Fibra em detergente ácido	58
3.3.8 Digestibilidade <i>In Vitro</i>	60
3.4 Conclusão	63
3.5 Referências Bibliográficas	64
4 CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS e BROMATOLÓGICAS DE CAPIM MG-5 sob IRRIGAÇÃO E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA	73
RESUMO	73
4.1 Introdução	73
4.2 Material e métodos	75
4.2.1 Localização da área experimental	75
4.2.2 Clima da região	75
4.2.3 Caracterização do solo da área experimental	77
4.2.4 Delineamento experimental	77
4.2.5 Manejo de irrigação	78
4.2.5.1 Determinação da lâmina de irrigação	78
4.2.5.2 Manejo e monitoramento da umidade do solo	79
4.2.6 Coletas de biomassa	80

4.2.7 Procedimentos de secagem e pesagem	81
4.2.8 Parâmetros avaliados	81
4.2.9 Análise de variância	82
4.3 Resultado e discussão	82
4.3.1 Produtividade total de matéria seca	82
4.3.2 Altura do dossel	86
4.3.3 Relação folha colmo (RFC)	88
4.3.4 Material senescente	91
4.3.5 Proteína Bruta	94
4.3.6 Fibra em detergente neutro	95
4.3.7 Fibra em detergente ácido	97
4.3.8 Digestibilidade <i>In Vitro</i>	99
4.4 Conclusão	101
4.5 Referências Bibliográficas	102
5 CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS e BROMATOLÓGICAS DE CAPIM MOMBAÇA sob IRRIGAÇÃO E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA	111
RESUMO	111
5.1 Introdução	111
5.2 Material e Métodos	113
5.2.1 Localização da área experimental	113
5.2.2 Clima da região	113
5.2.3 Caracterização do solo da área experimental	114
5.2.4 Delineamento experimental	115
5.2.5 Manejo de irrigação	116
5.2.5.1 Determinação da lâmina de irrigação	116
5.2.5.2 Manejo e monitoramento da umidade do solo	116
5.2.6 Coleta de biomassas	118

5.2.7 Procedimentos de secagem e pesagem	118
5.2.8 Parâmetros avaliados	119
5.2.9 Análise de variância	119
5.3 Resultados e Discussão	119
5.3.1 Produtividade Total	119
5.3.1.1 Produtividade total de matéria seca	119
5.3.1.2 Taxa de acúmulo de forragem	123
5.3.2 Estrutura do dossel (altura do dossel e Manejo)	124
5.3.3 Qualidade da forragem	126
5.3.3.1 Relação folha/colmo	126
5.3.3.2 Material Senescente	129
5.3.4 Características nutricionais	131
5.3.4.1 Proteína Bruta	131
5.3.4.2 Fibra em detergente neutro	133
5.3.4.3 Fibra em detergente ácido	135
5.3.4.4 Digestibilidade <i>in vitro</i>	137
5.4 Conclusão	139
5.5 Referências Bibliográficas	140
6 Dificuldades, limitações e perspectivas futuras	150
7 referências bibliográficas	151
8 Conclusão geral	152

1 Introdução

O Brasil é um dos maiores fornecedores de carne do mundo, desempenhando um papel fundamental na segurança alimentar ao garantir carne bovina de qualidade, produzida segundo rigorosos padrões sanitários para o mercado global (ABIEC, 2024). Em 2023, o crescimento do rebanho caiu ligeiramente, cerca de 0,2%, estimado em 197,18 milhões de cabeças. Nos últimos 20 anos, a área de pastagem reduziu-se em 11,3%, totalizando aproximadamente 161,45 milhões de hectares, o que aumentou a taxa de ocupação para 1,22 cabeças por hectare (ABIEC, 2024; GONÇALVES *et al.*, 2023; LIMA *et al.*, 2023), ou seja, há mais animais em menor área, refletindo o aumento da produtividade (BEZERRA *et al.*, 2020; SANCHES *et al.*, 2023). Nesse período, a produtividade cresceu mais de 70%, passando de 2,8 arrobas por hectare/ano para quase 5 arrobas por hectare/ano, impulsionada pelo avanço tecnológico (ABIEC, 2025). A taxa de ocupação das pastagens no Brasil é elevada, e cerca de 90% dos nutrientes necessários aos ruminantes são obtidos diretamente pelo pastejo (DIALLO *et al.*, 2023; DIAS-FILHO e LOPES, 2021; GOMES *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2021; SANCHES *et al.*, 2017a e 2023).

Pesquisa, tecnologia e inovação são os principais fatores que contribuem para o contínuo aumento da eficiência da pecuária brasileira, possibilitando o atendimento sustentável a uma demanda global crescente (ABIEC, 2024; CAVAZZANA *et al.*, 2023). É um desafio global conciliar a agenda de segurança alimentar com a mitigação das mudanças climáticas e a preservação da biodiversidade (ABIEC, 2024; FERREIRA *et al.*, 2021). Diante do crescimento da demanda mundial por proteína, a sociedade manifesta preocupação legítima quanto aos impactos ambientais associados (ABIEC, 2024; SANCHES *et al.*, 2023).

Os capins tropicais dos gêneros *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, *Urochloa brizantha* cv. Mg-5 e *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 são amplamente utilizados para intensificar a produção de leite e apresentam elevada resistência ao pisoteio (DIALLO *et al.*, 2023; GOMES *et al.*, 2018), além de serem bem adaptados às variadas condições climáticas das regiões brasileiras (GOMES *et al.*, 2018; SANCHES *et al.*, 2016 e 2018b). Pesquisas indicam que pastagens bem manejadas podem atingir altas produtividades (JESUS *et al.*, 2021a; SANCHES *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2018a). A combinação de técnicas como adubação nitrogenada e irrigação em períodos específicos contribui para o aumento da produção (RIBEIRO *et al.*, 2023).

De acordo com BUENO *et al.* (2019), GOMES *et al.* (2015b) e SANCHES *et al.* (2023), a irrigação permite melhorar a taxa de lotação nos períodos secos e mantê-la nos períodos chuvosos, contornando a falta de água causada pela má distribuição das chuvas (COSTA *et al.*, 2019; FERREIRA *et al.*, 2021; SANCHES *et al.*, 2023). As forrageiras tropicais e subtropicais

apresentam crescimento reduzido durante o inverno, quando as temperaturas são baixas, principal fator climático responsável pela sazonalidade (GOMES *et al.*, 2015b e 2018; SANCHES *et al.*, 2016 e 2017a). Essa paralisação resulta na diminuição da oferta de forragem oriunda dessas espécies (FERREIRA *et al.*, 2021). Além disso, a baixa precipitação observada no outono e inverno limita o crescimento das plantas forrageiras (PEREIRA *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2015b; SANCHES *et al.*, 2020). Por isso, é fundamental planejar o sistema produtivo para equilibrar a máxima oferta de alimento de alta qualidade com a exigência dos animais (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Embora não elimine a sazonalidade, a irrigação contribui para amenizá-la, proporcionando produtividade no inverno da ordem de 50% da obtida na safra, enquanto sem irrigação essa produtividade fica entre 10 e 30% (LIMA *et al.*, 2023; SANCHES *et al.*, 2015b; SANCHES *et al.*, 2016).

A sobressemeadura é o estabelecimento de uma cultura anual em uma área já ocupada por uma cultura perene, sem eliminar a espécie existente, aproveitando um período do ano em que ela apresenta baixa produtividade. A sobressemeadura de espécies forrageiras de inverno em áreas formadas por espécies perenes tropicais é uma alternativa para aumentar a produção e sua distribuição estacional (SANCHES *et al.*, 2015b), especialmente para melhorar o valor nutritivo da forragem na estação fria (GOMES *et al.*, 2015a; SANCHES *et al.*, 2016; 2018b e 2023). Como as forrageiras tropicais possuem menor valor nutritivo em comparação às espécies de clima temperado (GOMES *et al.*, 2015a; 2017 e 2018; SANCHES *et al.*, 2023), a associação com estas últimas, aliada a manejo adequado, pode aumentar a capacidade de suporte da pastagem e melhorar o desempenho animal, estendendo a estação de pastejo (BOSS *et al.*, 2021; DIAS-FILHO *et al.*, 2021; SANCHES *et al.*, 2023).

Entre as alternativas de manejo das gramíneas tropicais, a associação com espécies de inverno é promissora (COSTA *et al.*, 2019; SANCHES *et al.*, 2015b). As pastagens tropicais podem ser sobressemeadas durante o período hibernal sem comprometer seu desempenho (GOMES *et al.*, 2015b; SANCHES *et al.*, 2015b). Contudo, o intervalo entre cortes em sobressemeadura ainda não está bem definido, pois os ciclos das espécies perenes se alteram quando consorciadas com espécies temperadas, justificando a adoção do manejo por altura (GENRO e SILVEIRA, 2018; REIS *et al.*, 2024).

Proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e digestibilidade *in vitro* são parâmetros frequentemente utilizados na avaliação da qualidade bromatológica dos capins. De modo geral, os capins tropicais apresentam potencial para atingir teores de 7 a 16% de proteína bruta, 50 a 65% de fibra em detergente neutro, 25 a 40% de fibra em detergente

ácido e 55 a 70% de digestibilidade *in vitro* (ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; PEQUENO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; SANCHES *et al.*, 2016).

1.1 hipótese e objetivo geral

Diante do exposto, a hipótese desta pesquisa é que a irrigação e a sobressemeadura promovem melhor desempenho das características produtivas e bromatológicas dos capins tropicais Tifton 85, Mg-5 e Mombaça. O objetivo deste estudo foi avaliar, ao longo de dois anos, as características produtivas, morfológicas e bromatológicas dos principais gêneros de forrageiras tropicais, *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, *Urochloa brizantha* cv. Mg-5 e *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85, cultivadas com e sem irrigação, sobressemeadas com *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61 e *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda.

1.2 objetivos específicos

Como objetivos específicos destacam-se: (i) Quantificar a produtividade total de matéria seca e a composição morfológica (RFC, colmos, folhas e material senescente) sob combinações de irrigação (com/sem) e sobressemeaduras (IPR Esmeralda; Iapar 61) para cada gramínea. (ii) Determinar os teores de PB, FDN, FDA e a digestibilidade *in vitro* da forragem produzida ao longo dos ciclos. (iii) Estimar e interpretar as interações Irrigação*Sobressemeadura*Ano sobre as respostas avaliadas. (iv) Derivar recomendações operacionais de manejo (altura de entrada/saída, época de sobressemeadura) à luz dos resultados. (Bases metodológicas em FAO-56 para manejo hídrico e em modelagem estatística para experimentos fatoriais com medidas repetidas).

Sobre sua apresentação, esta Tese adota o formato de compilação de artigos, estruturada em três capítulos independentes, referentes às espécies *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 (Capítulo I), *Urochloa brizantha* cv. Mg-5 (Capítulo II) e *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça (Capítulo III). Cada seção contempla Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão e Conclusões, podendo ocorrer repetições metodológicas e bibliográficas necessárias à autonomia editorial de cada artigo. Essa estrutura permite discutir nuances específicas de cada espécie, sob irrigação e sobressemeadura de aveias de inverno, cuja resposta pode variar entre cultivares e anos experimentais (SANCHES *et al.*, 2015; TAPPARO *et al.*, 2023/2024). As referências foram elaboradas em conformidade com as normas do PPG/UFGD.

Fluxo de leitura: Inicialmente, para um embasamento teórico consistente a Tese apresenta-se uma revisão bibliográfica abrangente; em seguida, os resultados experimentais, que foram discutidos nos respectivos capítulos; depois, depois foi apresentado um tópico

específico com as dificuldades, limitações e perspectivas futuras decorrentes dessa pesquisa e; por fim, expõem-se as Conclusões Gerais.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Sistema de produção em pastagens tropicais

A pecuária brasileira possui características relevantes, destacando-se o fato de que a maior parte do rebanho é alimentada a pasto. Esse sistema configura-se como a forma mais eficiente e conveniente de produzir e disponibilizar alimentos em ambientes tropicais, além de facilitar o manejo animal (GERMANO *et al.*, 2018; GURGEL *et al.*, 2020).

O mercado atual está cada vez mais competitivo e exige uma produção mais sustentável, na qual os produtores precisam reajustar seus sistemas produtivos, otimizando as áreas menos eficientes (SCHOENHALS *et al.*, 2024). Uma das estratégias para otimizar áreas de pastagem é a escolha da forragem ideal para o sistema e a adoção de manejo adequado (SANCHES *et al.*, 2015). No Brasil, predominam espécies forrageiras tropicais (BERNARDI *et al.*, 2018; MELO *et al.*, 2021), devido ao elevado potencial de produção e qualidade da forragem (BERNARDI *et al.*, 2016). Entre as mais utilizadas na produção animal, destacam-se as dos gêneros *Cynodon dactylon*, *Megathyrsus maximus* e *Urochloa brizantha* (BELIDO *et al.*, 2016; BERBEDO *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2021). Novas cultivares desses gêneros são lançadas periodicamente, apresentando, contudo, exigências cada vez maiores quanto à fertilidade e à qualidade física do solo (SANCHES *et al.*, 2015a; OLIVEIRA *et al.*, 2017, 2021; JESUS *et al.*, 2021a).

A produção animal em pastagens pode ocorrer em sistemas intensivos ou extensivos. O sistema intensivo apresenta alta produtividade, utilizando menor área por unidade produzida (GONÇALVES *et al.*, 2018). Já o sistema extensivo ocupa grandes áreas, com menor lotação animal e, conseqüentemente, menor produtividade (GONÇALVES *et al.*, 2018; JESUS *et al.*, 2017). O desempenho animal em pastagens está diretamente relacionado à disponibilidade e ao valor nutritivo da forragem, que afetam o consumo e, por consequência, a eficiência de conversão da forragem em produtos como carne e leite (GALINDO *et al.*, 2017, 2018; GERMANO *et al.*, 2018). A adoção de práticas de manejo adequadas, especialmente a definição correta da carga animal e do sistema de pastejo, pode maximizar a produção e assegurar a persistência das pastagens (SANCHES *et al.*, 2023). De modo geral, o pastejo contínuo pode superar o pastejo rotativo quando se utilizam baixas taxas de lotação, ocorrendo o inverso em altas taxas (ALMEIDA *et al.*, 2024).

Uma das ferramentas mais simples e eficazes para manejar pastagens é o monitoramento da altura do dossel. Esse critério tem origem no conceito de Índice de Área Foliar (IAF) crítico, que corresponde ao valor no qual cerca de 95% da radiação fotossinteticamente ativa é interceptada pela pastagem (COSTA *et al.*, 2021; SBRISSIA e BARRETA, 2022). Em geral,

pastagens manejadas mais baixas apresentam menor produção de massa seca (PMS) (kg ha^{-1}) do que aquelas manejadas mais altas (SBRISSIA e BARRETA, 2022). Assim, maior (PMS) proporciona maior oferta aos animais e pode garantir melhor desempenho (SBRISSIA e BARRETA, 2022).

A produção de forragem é relativamente independentemente do método de pastejo, contínuo ou rotativo (SBRISSIA e BARRETA, 2022), sendo a pressão de pastejo $[(\text{kg PV}) / (\text{kg MS} \cdot \text{dia})]$ ou $[(\text{kg PV}^{0,75}) / (\text{kg MS} \cdot \text{dia})]$ o principal fator determinante do sucesso no manejo. Considerando que os demais fatores do sistema não sejam limitantes, a máxima produção por animal (por exemplo, kg de leite/vaca) é determinada pela qualidade da forragem disponível, enquanto a máxima produção por área ($\text{kg de leite/ha} = (\text{kg de leite}) / (\text{vaca} \cdot \text{número de vacas/ha})$) depende da quantidade de forragem. Essas duas metas não podem ser atingidas simultaneamente.

O máximo ganho por animal ocorre quando a pressão de pastejo é baixa e/ou a disponibilidade de forragem é alta, permitindo pastejo seletivo. No entanto, em casos extremos, o desempenho pode ser prejudicado pelo acúmulo de material senescente e consequente redução da qualidade (HODGSON, 1990; SANTOS *et al.*, 2015). À medida que a pressão de pastejo aumenta e/ou a disponibilidade de forragem diminui, o ganho por área cresce, enquanto o ganho por animal decresce (HODGSON, 1990). A intensificação da produção a pasto resulta da integração de técnicas, ferramentas, equipamentos e processos que permitem decisões mais assertivas e uma produção mais eficiente (MELO *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2023).

2.2 Fatores de intensificação de pastagens

O Brasil detém uma expressiva disponibilidade de recursos hídricos, concentrando 28% da água presente no continente sul-americano e 12% das reservas de água doce do planeta. Essa riqueza confere ao país grande potencial para expandir de forma sustentável as áreas irrigadas (AMARAL, 2019). A pastagem é a principal fonte de alimento para animais em pastejo e representa a forma mais econômica de produção na pecuária (CUNHA, 2015; MICHALK *et al.*, 2019). O seu desenvolvimento é influenciado pelas condições climáticas e pelo manejo adotado (ARAÚJO *et al.*, 2018). No Brasil, as pastagens são cultivadas em áreas sujeitas a variações de temperatura e de precipitação (KUNRATH *et al.*, 2018). Segundo BUENO *et al.* (2019), a irrigação possibilita aumentar a taxa de lotação nos períodos secos e mantê-la durante veranicos no período chuvoso, amenizando os efeitos da má distribuição das chuvas (FERREIRA *et al.*, 2021).

A irrigação de pastagens apresentou forte crescimento no Brasil a partir da década de 1990 (ARAÚJO *et al.*, 2019), aumentando a demanda por informações técnicas sobre o tema (Cunha *et al.*, 2012). Trata-se de uma prática que modifica o ambiente para otimizar o sistema de produção, visando aumentar a qualidade e a produtividade das pastagens seja em arrobas de carne ou em litros de leite por hectare, permitindo ampliar o rebanho e a taxa de lotação (CUNHA *et al.*, 2012; ALVES *et al.*, 2021; AMARAL, 2019; ERTHAL e BERTICELLI, 2018). Além disso, contribui para reduzir a estacionalidade de produção forrageira, característica de períodos com baixas temperaturas, curtos fotoperíodos e déficit hídrico (REIS *et al.*, 2017).

O objetivo da irrigação é suprir artificialmente o déficit hídrico no solo que possa comprometer o rendimento da cultura (MELO *et al.*, 2020). O manejo adequado favorece o uso racional da água e ganhos de produtividade (SOUZA *et al.*, 2020). Estudos comprovam resultados positivos com o uso dessa técnica (GOMES *et al.*, 2015a; SANCHES *et al.*, 2014). Entre as tecnologias que mais impulsionam a produtividade pecuária, a irrigação é uma das mais relevantes, sendo responsável por 50% da produção agrícola mundial (SATURNINO *et al.*, 2010; LIRA *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2015).

No Brasil, o método de irrigação mais utilizado para forragens é o de aspersão, tanto no sistema convencional quanto por pivô central, havendo também áreas irrigadas por autopropelido (ALENCAR *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2020; DRUMOND *et al.*, 2021). A adoção de sistemas de irrigação localizada vem crescendo, impulsionada pela busca por práticas mais eficientes e sustentáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Essa técnica viabiliza a fertirrigação, que consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação, garantindo melhor aproveitamento e uso racional dos insumos. Em forrageiras tropicais, a fertirrigação pode proporcionar produtividades anuais de 40 a 60 t de (PMS) por hectare, suportando de 8 a 12 unidades animais por hectare (DRUMOND *et al.*, 2021).

Apesar de elevar o custo total de produção, a irrigação e a fertirrigação compensam parte desse aumento por meio da redução nos custos com adubação, graças à economia de mão de obra e ao menor uso de maquinário (DRUMOND e AGUIAR, 2005). Além disso, permitem maior parcelamento e controle da aplicação de nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2016). O consumo de água é estimado principalmente com base no coeficiente de cultura (K_c), obtido pela relação entre a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) e a evapotranspiração de referência (E_{To}) (ANTONIEL *et al.*, 2016; SANCHES *et al.*, 2016). O K_c varia conforme o estágio de desenvolvimento da cultura (BARBOSA *et al.*, 2015; SANCHES *et al.*, 2016) e auxilia no manejo adequado da irrigação. No entanto, devido à escassez de estudos sobre K_c para

forrageiras, adota-se frequentemente o valor de 1, utilizando-se a fórmula $ETc = Kc \times ETo$ (ANTONIEL *et al.*, 2016).

Embora a irrigação tenda a aumentar a produtividade (SANCHES *et al.*, 2015a), seus efeitos sobre a qualidade da forragem são contraditórios. Alguns estudos apontam uma relação positiva entre a irrigação e o teor de proteína bruta (SANCHES *et al.*, 2015b; 2017b), bem como com a digestibilidade e a produção de matéria seca (SANCHES *et al.*, 2015a). Dessa forma, pastagens de Tifton 85 irrigadas tendem a ser mais digeríveis do que aquelas não irrigadas (FARIAS FILHO *et al.*, 2018). Por outro lado, a irrigação não apresentou efeito sobre as frações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (SANCHES *et al.*, 2017a), e alguns autores reportaram redução na qualidade, com aumento de FDN e menor digestibilidade (RIGOTTI *et al.*, 2019; SANCHES *et al.*, 2015b).

2.3 Forrageiras espécies tropicais

A relevância das gramíneas para a produção pecuária brasileira é um tema recorrente em diversos trabalhos acadêmicos. Embora o país possua dimensões continentais, com imensa extensão territorial, diferentes tipos de solos, climas e biomas, a bovinocultura brasileira desenvolve-se, em grande parte, por meio da adoção de gramíneas dos gêneros *Urochloa* [syn. *Brachiaria* spp.] e *Megathyrsus* [syn. *Panicum* spp.] (MARTUSCELLI *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014). Estima-se que a soma das áreas cultivadas com esses dois gêneros represente cerca de 90% das pastagens tropicais no país (PEDREIRA *et al.*, 2017; BODDEY *et al.*, 2020).

Quando manejadas corretamente, as pastagens contribuem positivamente para os sistemas de produção, cobrindo o solo e reduzindo o risco de erosão, além de produzirem níveis satisfatórios de (PMS) e promoverem boas condições para a atividade biológica (MARTUSCELLO *et al.*, 2009; COSTA *et al.*, 2005). Ademais, seus sistemas radiculares são capazes de absorver quantidades consideráveis de água e nutrientes em camadas mais profundas do solo, reduzindo perdas e favorecendo a ciclagem de nutrientes (ROSOLEM *et al.*, 2017; ALMEIDA e ROSOLEM, 2016; NUÑEZ *et al.*, 2018). No que se refere à produtividade, as gramíneas do gênero *Megathyrsus* representam as espécies forrageiras propagadas por sementes mais produtivas no mercado brasileiro. Duas cultivares lançadas há mais tempo, ‘Tanzânia’ e ‘Mombaça’, ocupam, respectivamente, a segunda e a terceira colocações nacionais em comercialização de sementes de forrageiras e, conseqüentemente, em área plantada (JANK *et al.*, 2008). Características como elevado potencial de produção de forragem, alto valor nutricional, sistema radicular profundo e tolerância à acidez moderada (VOLPE *et al.*, 2008;

MULLER *et al.*, 2002; GOMES *et al.*, 2011) favorecem sua adoção. Eventualmente, espécies desse gênero podem apresentar maior (PMS) que as braquiárias, desde que cultivadas em solos de boa fertilidade e pH adequado (OLIVEIRA, 2007).

Entretanto, um aspecto importante no uso de cultivares de *Megathyrsus* é a discrepância na (PMS) ao longo do ano. Durante o período de estiagem, com baixa pluviosidade, a produção corresponde a apenas 12 - 15% do total anual (VALENTIM *et al.*, 2001; JAKELAITIS *et al.*, 2010). De igual relevância, as gramíneas do gênero *Cynodon dactylon* têm papel significativo na pecuária nacional. Amplamente difundidas, apresentam maior digestibilidade e melhores propriedades nutricionais em relação a outras gramíneas (PEDREIRA, 2010; Gonçalves Júnior *et al.*, 2015; REZENDE *et al.*, 2015). Dentre suas variedades, o capim Tifton 85 é o mais cultivado no país. Para expressar seu potencial produtivo, requer solos de alta fertilidade, boa disponibilidade hídrica e temperaturas adequadas (REIS *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2017). Uma desvantagem desse cultivar em relação aos gêneros citados anteriormente é que sua implantação ocorre por meio de mudas, demandando maior mão de obra, o que limita sua adoção principalmente a pequenas e médias propriedades especializadas na produção de leite (MELO *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Um traço comum às três categorias previamente descritas é que, embora haja espécies com maior ou menor tolerância a temperaturas amenas, a máxima (PMS) ocorre em períodos de alta precipitação e temperaturas elevadas, estando sujeitas à estacionalidade produtiva, com menor acúmulo nos meses frios (ANDRADE *et al.*, 2010; GOMES *et al.*, 2015). Alterações climáticas decorrentes da ação humana na atmosfera tendem a intensificar a frequência e a severidade de eventos extremos, como ondas de calor, chuvas intensas, inundações e secas prolongadas, afetando severamente culturas economicamente relevantes (FRANK *et al.*, 2015; LESK *et al.*, 2016). Países com grande aptidão agrícola, como o Brasil, sentirão tais impactos de forma acentuada. Projeções indicam elevação das temperaturas, redução das chuvas e escassez hídrica nas próximas décadas, o que poderá provocar queda significativa na produção de pastagens e no rendimento das forrageiras (PEZZOPANE *et al.*, 2016; MORENGO *et al.*, 2017).

Diante desse cenário, para que a demanda alimentar seja atendida, a bovinocultura de corte e de leite deve elevar seu nível tecnológico, buscando maior eficiência, competitividade, sustentabilidade e otimização dos índices zootécnicos (MELO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2015). Um dos pontos-chaves para alcançar esses objetivos é a escolha de cultivares de forrageiras produtivas, de qualidade adequada e adaptadas às condições edafoclimáticas da

propriedade, ao sistema de produção e ao nível tecnológico adotado (OLIVEIRA *et al.*, 2012; PARENTE *et al.*, 2024).

2.4 Sobressemeadura de pastagens

Sobressemeadura é o estabelecimento de uma cultura anual em uma área já ocupada por uma cultura perene, sem eliminar a espécie existente, aproveitando um período do ano em que ela apresenta baixa produtividade. Essa técnica visa aumentar a produção de forragem para pastejo sem degradar ou eliminar a pastagem perene (MOREIRA, 2006). O sucesso da sobressemeadura está relacionado à interação entre as espécies envolvidas (SILVA *et al.*, 2012).

Entre os benefícios, destacam-se o prolongamento do período de utilização dos pastos, a maximização do uso da área normalmente ociosa no inverno (MOREIRA *et al.*, 2006a), a oferta contínua de alimento aos animais, o aporte de matéria orgânica e a melhoria da fertilidade do solo (ASSMANN *et al.*, 2004). Antes de adotar essa técnica, é fundamental considerar fatores como a disponibilidade de água para irrigação e a temperatura média da região. Para espécies de inverno, o crescimento ótimo ocorre entre 18 e 23 °C (GERDES *et al.*, 2005). LANDSKRON *et al.* (2016) observaram maior (PMS) em forrageiras temperadas sob irrigação, sendo o consórcio aveia + azevém o mais produtivo, com incremento de 53,12%. SANTOS *et al.* (2016) também registraram aumento de 45,95% na (PMS) em cultivares de aveia e azevém no Sudeste brasileiro com irrigação, em comparação ao cultivo de sequeiro.

Como as forrageiras tropicais apresentam menor valor nutritivo em relação às de clima temperado e reduzem drasticamente seu crescimento no inverno (PEREIRA *et al.*, 2016), a sobressemeadura, associada a um manejo adequado, pode elevar a capacidade de suporte da pastagem e melhorar o desempenho animal, estendendo a estação de pastejo (DANTAS *et al.*, 2020; BOSS *et al.*, 2021). O principal fator climático que limita a produção das forrageiras tropicais no inverno são as baixas temperaturas, que praticamente paralisam seu crescimento (BOSS *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2021). Assim, a sobressemeadura de forrageiras de inverno sobre pastagens perenes de verão constitui alternativa economicamente viável para pequenos produtores, já que o pasto é uma fonte de alimento mais barata que suplementos concentrados (PEREIRA *et al.*, 2016).

Nos últimos anos, a sobressemeadura de espécies temperadas, como aveia, em pastagens tropicais irrigadas tem se expandido (SBRISSIA *et al.*, 2017). Essa prática melhora a qualidade da forragem, podendo aumentar a produção de leite e reduzir o uso de concentrados (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Apesar das diversas combinações possíveis entre espécies tropicais e temperadas, ainda há pouco conhecimento sobre sua produção, composição botânica e

qualidade nutricional (MACHADO *et al.*, 2017). Embora estudos já tenham avaliado combinações com aveia, novas pesquisas são necessárias para compreender melhor essas interações (COSTA *et al.*, 2020; SCHMIDT, 2021; SBRISSIA *et al.*, 2017).

A sobressemeadura de forrageiras hibernais, como as aveias preta e branca, em pastagens tropicais visa fornecer alimento de alto valor nutritivo no inverno, aumentando a produtividade de bovinos a pasto (ZARDO *et al.*, 2024) e contribuindo para a eficiência alimentar e a sustentabilidade da pecuária leiteira (OLIVEIRA *et al.*, 2007b). No entanto, a competição por luz, nutrientes e espaço pode dificultar o estabelecimento das espécies de inverno e reduzir seu desempenho (SCHMIDT, 2021; ZARDO *et al.*, 2024).

Essa técnica também pode favorecer a cobertura do solo e reduzir processos erosivos, beneficiando a conservação do ecossistema pastoril (ZANETTI *et al.*, 2019). Segundo ZARDO *et al.* (2024), sistemas com pastagens perenes de verão sofrem no outono e inverno devido à menor taxa de crescimento e ao baixo valor nutritivo, aumentando a dependência de alimentos conservados e concentrados. A sobressemeadura pode elevar a produção de forragem, melhorar sua distribuição anual e aumentar o valor nutritivo na estação fria e seca (OLIVEIRA *et al.*, 2021; SCHMIDT, 2021).

De acordo com MOREIRA (2006), as aveias preta e branca podem suprir as necessidades do gado leiteiro em períodos de queda na produção das gramíneas perenes de clima quente, garantindo quantidade e qualidade de forragem e reduzindo a necessidade de suplementação (SCHMIDT, 2021). A sobressemeadura de aveia preta, por exemplo, permite altas taxas de lotação no inverno, garantindo produção animal contínua (SCHMIDT *et al.*, 2021). REIS *et al.* (2001) avaliaram a introdução de espécies de inverno, como aveia, em pastagens de capim Tifton 85 e constataram aumento significativo no teor de proteína bruta (PB), evidenciando o ganho nutricional proporcionado pela técnica.

2.5 Forrageiras de espécies hibernais

2.5.1 *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61

A aveia preta (*Avena Strigosa Schreb.*) é uma das principais plantas de cobertura utilizadas na Região Sul do Brasil e no Estado de São Paulo. Este cultivo é amplamente adotado no Paraná, onde é empregada como adubo verde no inverno (CALEGARI, 2001). Na Região Oeste do Paraná, a prática do plantio direto predomina, abrangendo cerca de 70% a 80% dos sistemas de cultivo. Nesse contexto, a aveia preta corresponde a aproximadamente 30% da área total cultivada com plantas de cobertura em rotações e sucessões de culturas (CALEGARI *et al.*, 2001; FONTANELI *et al.*, 2012).

Destaca-se como planta de cobertura devido a suas características agronômicas favoráveis, como rusticidade, alta capacidade de perfilhamento e resistência a pragas e doenças (ROTHER, 2017; FONTANELI *et al.*, 2012). Além disso, apresenta rápida formação de cobertura do solo e elevada produção de fitomassa, mesmo em solos de baixa fertilidade (SILVA *et al.*, 2016). Sua tolerância à seca deve-se ao sistema radicular bem desenvolvido, que também contribui para a eficiência na reciclagem de nutrientes.

A decomposição dos resíduos da aveia preta é relativamente lenta em comparação às fabáceas, devido à alta relação carbono/nitrogênio ($C/N > 30$), o que favorece a manutenção da cobertura do solo por mais tempo (CALEGARI, 2001; FONTANELI *et al.*, 2012). Ademais, a aveia preta exerce efeito alelopático significativo sobre diversas espécies de plantas daninhas, auxiliando no controle dessas invasoras (CALEGARI *et al.*, 2001; FURLANI *et al.*, 2002).

Diversos estudos têm avaliado os teores de proteína bruta (PB) da aveia preta sob diferentes condições de cultivo e manejo, incluindo variações nos métodos de semeadura, aplicação de nitrogênio e intensidade de pastejo (SOARES *et al.*, 2013). FEROLLA *et al.* (2008), em estudo na Região Sudeste do Brasil, observaram teores de PB de 16,12%, 22,38% e 21,94% para as semeaduras realizadas em abril, maio e junho, respectivamente, indicando influência da época de semeadura no valor nutricional, possivelmente em função das condições climáticas e do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Na região norte do Paraná, sob sistema de irrigação e aplicação de 45 kg de N ha⁻¹ antes e depois do primeiro corte, os teores de PB foram 17,9% para a aveia preta comum e 20,6% para a variedade Iapar 61. Em experimento subsequente com 60 kg de N ha⁻¹ aplicado em cobertura antes do primeiro corte, a aveia preta comum apresentou 20,5% e a Iapar 61, 21,1% de PB, evidenciando o efeito positivo da adubação nitrogenada e diferenças entre variedades (CECATO *et al.*, 1998; LOPES *et al.*, 2015). Segundo BORTOLINI *et al.* (2004), a realização de cortes na planta aumenta o rendimento de (PMS), promovendo elevada capacidade de rebrota e estímulo à formação de novos perfilhas. DEMÉTRIO *et al.* (2012) demonstraram que as cultivares aveia preta comum e Iapar 61 apresentaram rendimento médio de MS 27% maior quando submetidas a dois cortes na fase vegetativa e um no florescimento pleno (LOPES *et al.*, 2015). O sistema de plantio direto, aliado ao uso de plantas de cobertura como a aveia preta, constitui uma abordagem sustentável para o manejo do solo e a produção agrícola, destacando-se pela rusticidade, rápida cobertura do solo e baixo custo de produção (FONTANELI *et al.*, 2012; CALEGARI, 2001). A combinação de gramíneas e leguminosas pode proporcionar sinergia benéfica, melhorando a saúde do solo e a eficiência no uso de nutrientes (CARETTA *et al.*, 2002; FURLANI *et al.*, 2002).

A revisão dos estudos evidencia que a produção e o valor nutricional da aveia preta são influenciados por fatores como época de semeadura, manejo de cortes, irrigação, aplicação de nitrogênio e intensidade de pastejo, ressaltando a importância de estratégias adequadas para otimizar a qualidade e a produtividade da forragem (LOPES *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2016; FONTANELI *et al.*, 2012).

2.5.2 Avena Sativa L. cv. IPR Esmeralda

A aveia branca (*Avena sativa* L.), originária do Oriente Médio e da região do Mediterrâneo e posteriormente aclimatada na Europa, destaca-se por sua ampla adaptação, sendo cultivada em diversas regiões do mundo. Este cereal de inverno prospera especialmente em climas temperados e úmidos, como os encontrados na América do Norte, Rússia e Europa (MURPHY e HOFFMAN, 1992). A aveia branca é a terceira cultura mais relevante durante os meses de inverno (BALDE, 2017a), apresentando-se especialmente produtiva nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Essas áreas não apenas possuem condições climáticas favoráveis, mas também adotam práticas agrícolas avançadas que promovem altos índices de produtividade desse cereal, importante para a economia agrícola brasileira (BALDE, 2017b).

Avena sativa L., pertencente à família Poaceae, é uma planta anual caracterizada por caules eretos que podem atingir até cerca de 1 metro de altura, folhas estreitas e largas, e inflorescências em forma de panículas. Seus grãos são pequenos, ovais e envoltos por uma casca dura, sendo altamente valorizados devido ao seu rico conteúdo nutricional e à versatilidade alimentar. Os grãos de aveia são amplamente consumidos na forma de flocos, farinha, farelo e outros produtos derivados, desempenhando papel fundamental em dietas saudáveis e equilibradas (PEREIRA *et al.*, 2015).

Em comparação com outras gramíneas cultivadas, a aveia possui um genoma consideravelmente maior, superando até mesmo o trigo (THOMAS, 1998). Sua versatilidade é notável, permitindo seu uso em rotações de culturas, produção de forragem, grãos, feno, além de ser fonte importante tanto para a alimentação humana quanto animal (PEREIRA *et al.*, 2015). Na alimentação humana, destaca-se pelo alto teor de proteínas de boa qualidade e fibras solúveis. Na alimentação animal, é usada em forma de forragem verde, feno, silagem e em compostos para fabricação de rações (CECCON *et al.*, 2004). No Sul do Brasil, a aveia é cultivada também como espécie produtora de palha e grãos para cobertura do solo, favorecendo a implantação de culturas de verão (FONTANELI *et al.*, 2012).

Na região Sul do Brasil, observa-se grande oscilação na produção de forragem para alimentação animal, principalmente devido à sazonalidade da pastagem, formada por espécies que crescem melhor nas estações mais quentes. Assim, enquanto no verão e na primavera há grande disponibilidade de forragem, no inverno ocorre deficiência, associada principalmente às baixas temperaturas e à limitação na ciclagem de nutrientes, como o nitrogênio (BONA FILHO, 2002). Entre os meses de abril e outubro, os animais perdem peso, pois não conseguem consumir quantidade e qualidade suficientes para suprir suas necessidades nutricionais (BONA FILHO, 2002). Devido a essa limitação, a aveia branca tornou-se uma alternativa viável, especialmente por seu baixo custo de implantação e facilidade de manejo, levando muitos produtores a optarem por ela em detrimento de outros cereais de inverno (ROTHER, 2017; FONTANELI *et al.*, 2012).

A aveia branca apresenta menor exigência quanto a condições de cultivo, nutrientes e variação de pH, além de possuir sistema radicular agressivo, o que contribui para a redução dos custos de implantação e manutenção das culturas de inverno (SILVA *et al.*, 2016). Segundo a CONAB (2017), parte significativa da aveia branca cultivada destina-se à cobertura vegetal do solo. Contudo, em 2016, houve aumento expressivo na qualidade e produtividade, fazendo com que muitos produtores optassem pela comercialização dos grãos, justificando o crescimento da produção.

No Brasil, a aveia branca tem se destacado como um dos principais cultivos de inverno (SANTOS, 2009). A cultura ocupa a quinta posição em área cultivada entre os cereais, tendo registrado expansão de cerca de 53,8%, com aumento significativo de 53,3%. Apesar disso, os índices ainda estão abaixo do potencial genético da cultura, que pode superar 8500 kg ha⁻¹ (GRIFFITHS, 2010). Estudos realizados em campos experimentais no Brasil já alcançaram produtividades superiores a 8000 kg ha⁻¹, desde que se utilize cultivares elite e condições ambientais adequadas (LANGARO *et al.*, 2016). A espécie é reconhecida por sua capacidade de proporcionar cobertura robusta para o plantio direto, mesmo em culturas de alto potencial, devido à alta quantidade de palha produzida (FLOSS, 2008). Recomenda-se a semeadura entre os meses de março e maio, podendo alcançar produções superiores a 10 toneladas por hectare de (PMS), com teores de proteína bruta de 12,7% e fibra em detergente neutro de 54,4% (ALVES FILHO *et al.*, 2003). A inclusão da aveia branca no sistema produtivo melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de contribuir para a redução de pragas em outras culturas e controle de algumas plantas daninhas (CECCON *et al.*, 2004).

2.6 Composição Bromatológica

As estratégias de manejo de pastejo desempenham papel crucial na gestão da produção e utilização da forragem. Qualquer desajuste nesse manejo pode acarretar consequências significativas, tanto na quantidade quanto na qualidade nutricional da forragem produzida. Isso pode afetar os níveis de proteína bruta, a composição e a quantidade das fibras, bem como a degradabilidade ruminal da (PMS) (HODGSON, 1990; SANTOS *et al.*, 2015).

A Proteína Bruta (PB) é a estimativa da quantidade total de proteínas em um alimento. É denominada “bruta” porque não mede diretamente a proteína, mas sim o nitrogênio total presente no alimento. A PB permanece, atualmente, como a forma mais utilizada de avaliação proteica aplicada às diferentes espécies animais (VAN SOEST, 1994; DETMANN *et al.*, 2014). A determinação da concentração de N é tradicionalmente realizada pelo método de Kjeldahl, desenvolvido por Johann Kjeldahl, na Dinamarca, em 1883, durante estudos com proteínas em grãos (DETMANN *et al.*, 2021). De maneira geral, esse método baseia-se em três etapas analíticas distintas: digestão, destilação e titulação (RODRIGUES *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2019).

A Fibra em Detergente Neutro (FDN) é a fração da parede celular das plantas, composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina. A Fibra em Detergente Ácido (FDA) é a fração da parede celular das plantas que permanece insolúvel após o tratamento com detergente ácido. A análise da fibra pode ser realizada por meio da (FDN) e da (FDA), que revelam aspectos importantes da composição nutricional da forragem (VAN SOEST, 1994; DETMANN *et al.*, 2021). A FDN é composta por hemicelulose, celulose e lignina, sendo uma das frações fibrosas mais resistentes à digestão nos alimentos. Já a FDA inclui celulose e lignina, apresentando digestibilidade menor que a FDN (MERTENS, 1994). Do ponto de vista agrônomo, a FDN desempenha papel crucial, pois sua alta concentração está diretamente ligada a uma maior produção de palha, indispensável para uma cobertura de solo adequada e para a viabilidade do sistema de plantio direto.

Além disso, esses aspectos promovem a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e contribuem significativamente para a manutenção e retenção da umidade do solo (ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; PEQUENO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; SANCHES *et al.*, 2016). A deficiência de proteína na dieta limita a atividade ruminal, afetando diretamente a ingestão e a digestão dos nutrientes. Em relação à FDN, é importante manter seu teor mínimo na dieta dos animais, pois está diretamente relacionada ao consumo, densidade do alimento, mastigação, digestibilidade e taxa de digestão (OLIVEIRA *et al.*, 2001). A FDN representa melhor a constituição fibrosa das plantas forrageiras, composta por celulose, hemicelulose e

lignina, enquanto a FDA é constituída por celulose e lignina. Conforme os limites estabelecidos pelo Conselho Norueguês para Refugiados (CNR, 2021), as dietas devem apresentar entre 25% e 33% de FDN, visando promover a ruminação, a mastigação e manter o ambiente ruminal em condições normais, evitando distúrbios metabólicos (BIANCHINI *et al.*, 2007).

Existem diferentes métodos para determinar FDN e FDA, sendo que o proposto pela EMBRAPA buscou simplificar os procedimentos analíticos sem alterar os princípios do método convencional de VAN SOEST (1994). O método com autoclave (DETMANN *et al.*, 2012 e 2021) propõe a redução da quantidade de amostra e de solução, mantendo as proporções do método original de VAN SOEST. São utilizados 0,5 g de amostra e 50 ml de solução para ambas as análises, com digestão realizada sob temperatura e pressão elevadas, durante uma hora, até atingir uma pressão de 0,5 atm. A principal vantagem desse método é a possibilidade de análise simultânea de várias amostras, dependendo apenas do tamanho do aparelho utilizado.

A digestibilidade *in vitro* é uma técnica laboratorial utilizada para estimar a fração de nutrientes de um alimento que pode ser digerida e absorvida pelos ruminantes, simulando o processo que ocorre no rúmen e no trato digestivo, mas em condições controladas fora do animal. A produção animal depende diretamente do consumo de alimentos e de seu aproveitamento por parte do animal (SILVA *et al.*, 2017b). A digestibilidade dos alimentos é um fator importante para definir a qualidade nutricional da dieta, uma vez que é a digestibilidade quem vai determinar o quanto de nutrientes serão efetivamente aproveitados pelo animal (SILVA *et al.*, 2017b). Segundo BERCHIELLI *et al.* (2005), a quantidade total de nutrientes absorvidos na dieta é um dos fatores que mais vão exercer influência na resposta do animal em produção (OLIVEIRA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2024).

A digestibilidade é a fração do alimento que é degradada e absorvida pelo animal, para posterior aproveitamento, e não é eliminada via fezes. Os métodos *in vitro* para avaliação de alimentos/dietas para ruminantes são categorizados como métodos do tipo I de acordo com o *Codex Alimentarius comission* (FAO, 2018). A digestibilidade *in vitro* pode ser afetada por diversas características do método, como instrumental, tipo de recipientes e *Filter bags*, solução tampão, tipo de gás no *headspace*, trabalho do analista, fontes de inóculo, adaptação dos animais doadores, moagem da amostra, entre outros (CAMACHO *et al.*, 2017; 2019; DETMANN *et al.*, 2021 e SILVA *et al.*, 2017b).

Tabela 1: Características comparativas de gramíneas tropicais e temperadas selecionadas.

Forrageiras	Tipo / Espécie	PTMS (t/ha)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	Exigência de fertilidade	Tolerância à seca	Observações principais
Tropicais	Tifton 85 (<i>Cynodon dactylon</i>)	30-35	11-16	55-60	25-30	60-65	Alta	Média	Alta adaptabilidade; responde bem à adubação nitrogenada; excelente para sistemas intensivos.
	Mg-5 (<i>Brachiaria brizantha</i>)	40-50	9-14	50-58	24-29	58-63	Média a alta	Boa	Persistente; alta produção de forragem; adequada para pastejo rotativo.
	Mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>)	40-50	9-14	52-60	25-31	60-64	Alta	Moderada	Altíssima produtividade; folhas jovens com boa qualidade; exige manejo rigoroso.
Temperadas	Iapar 61 (<i>Avena Strigosa Schreb</i>)	6-12	15-22	45-50	20-25	70-75	Alta	Baixa	Excelente qualidade e digestibilidade; adequada para inverno; sensível à seca e calor.
	IPR Esmeralda (<i>Avena sativa L</i>)	8-14	12-18	48-55	22-28	65-70	Média	Boa	Persistente; tolerante ao frio; manutenção mais fácil; menor produção de MS que tropicais.

PTMS: produtividade total da massa seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da massa seca.

Fontes: EUCLIDES et al. (2020); SANTOS et al. (2017); SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR (2007); VALLE et al. (2009); CRESTANI et al. (2013); NABINGER e CARVALHO (2009); MINSON (1990); Embrapa Trigo (2015). literatura nacional sobre forrageiras tropicais e temperadas.

2.7 Referências Bibliográficas

ABIEC. (2024). Beef Report 2024: Perfil da Pecuária no Brasil. In Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC). São Paulo, p. 106 p, 2024.

ABIEC. (2025). Beef Report 2025: Perfil da Pecuária no Brasil. In Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC). São Paulo, p. 92 p, 2025.

Alencar, C. A. B. et al. (2009). Produção de capins cultivados sob pastejo em diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 680-686, 2009.

ALMEIDA, D. e ROSOLEM, C. A. (2016). Ruzigrass grown in rotation with soybean increases soil labile phosphorus. *Soil fertility e crop nutrition*, v. 108, n. 6, 2016.

ALMEIDA, O. G. de. et al. (2024). Forage accumulation, nutritive value, and grazing efficiency on rotationally stocked ‘Zuri’ guinea-grass pastures as affected by pre-graze canopy height and N rate. *Grass and Forage Science*, 79(2), p. 308–317, 2024.

ALVES FILHO, D. C. A. et al. (2003). Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum Lam*) fertilizada com dois tipos de adubo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33 n. 1, p. 143-149, 2003.

ALVES, C. P. et al. (2021). Respostas morfofisiológicas das plantas forrageiras sob manejo de cultivo e pastejo: Uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, e10610615405, 2021.

AMARAL, M. A. C. M. (2019). Desempenho produtivo de *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 sob diferentes condições de manejo da irrigação. *Revista GEAMA*, v. 5, n. 2, p. 30-37, 2019.

ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M. et al. (2010). Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v. 4, n. 4, p. 1-14, 2010.

ANDRADE, W. R. et al. (2018). Hay Tifton 85 grass under nitrogen doses in different days of regrowth. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40: e37692, 2018.

ANDRADE, W. R., Sales, E. C. J. de, Monção, F. P., GOMES, V. M., Rufino, L. D. de A., e Pires, D. A. de A. (2018). Hay Tifton 85 grass under nitrogen doses in different days of regrowth. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 40(e37692), p. 1–6, 2018.

ARAÚJO, L. C. et al. (2018). Key factors that influence for seasonal production of Guinea grass. *Scientia Agrícola*, v. 75, n. 3, p. 191-196, May/June 2018.

ARAÚJO, L. M. B. et al. (2019). Produtividade do capim Mombaça sob diferentes idades de rebrotação no norte do Piauí. *Nucleus*, v. 16, n. 1, p. 12, 2019.

ASSMANN, A. L. *et al.* (2004). Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 1, p. 37-44, 2004.

BALDE, BRANCO. “Aveia branca: novidade do cardápio de vacas leiteiras”. BALDE BRANCO, JULHO: 02, 2017a.

BALDE, R. C. Cultivo e produtividade da aveia branca no Brasil: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Agropecuária*, v. 12, n. 4, p. 45-52, 2017b.

BARBEDO, P. F. *et al.* (2020). Produção de diferentes cultivares de *Panicum maximum* e *Urochloa Brizantha* adubados com nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 6, n. 8, p. 60163-60169, 2020.

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; FIGUEIREDO, F. P. (2015). Determinação do coeficiente de cultivo (Kc) do Capim Tanzânia irrigado no Norte de Minas Gerais. *Irriga, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI*, p. 11-20, 2015.

BELIDO, I. A. *et al.* (2016). Estresse hídrico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de *Panicum maximum* cv. Mombaça. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 14, n. 2, p. 38 – 46, 2016.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (2005). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2005.

BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. (2018). Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 70, n. 2, p. 545-553, 2018.

BEZERRA, J. D. V. *et al.* (2020). Características produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de *Brachiaria Brizantha* cultivadas em dois tipos de solo. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n. 7, p. 15, 2020.

BIANCHINI, W. *et al.* (2007). Importância da fibra na nutrição de bovinos. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v. 8, n. 2, 2007.

BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R.; HOMEM, B. G. (2020). Forage legumes in grass pastures in tropical Brazil and likely impacts on greenhouse gas emissions: a review. *Grass and Forage Science*. v. 75, n. 4, p. 357-371, 2020.

BONA FILHO, A. (2002). *Nutrição de bovinos de corte em pastagens*. Curitiba: UFPR, 2002.

BORTOLINI, P. C.; ALMEIDA, E. X.; PIRES, A. V. Produção de matéria seca e capacidade de rebrota de aveia-preta submetida a diferentes intensidades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 2014-2020, 2004.

BOSS, L. et al. (2021). Proteína bruta de forrageiras tropicais no inverno antes e após ocorrência de geada na região do extremo Sul Catarinense. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 14011-14022, feb. 2021.

BUENO, J. I. et al. (2019). produção sazonal de duas espécies forrageiras irrigadas. *Irriga*, v. 24, n. 2, p. 289- 302, 2019.

CALEGARI, A. (2001). Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto. In: congresso brasileiro de ciência do solo, Londrina, 2001. Anais. Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 241, 2001.

CAMACHO, L. F. (2017). Estudos de métodos para avaliação da digestibilidade in vitro de alimentos para ruminantes. 45f. dissertação (Mestrado em zootecnia). Viçosa: universidade federal de Viçosa, 2017.

CAMACHO, L.F.; SILVA, T.E.; Palma, M.N.N.; Assunção, A.S.; RODRIGUES, J.P.; COSTA E SILVA, L.F.; DETMANN, E. (2019). Evaluation of buffer solutions and urea addition for estimating the in vitro digestibility of feeds. *Journal of Animal Science*, v. 97, p. 922-931, 2019.

CARVALHO, P. C. F. et al. (2014). Sistemas de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 6, p. 287-299, 2014.

CAVAZZANA, J. F. et al. (2023). Beef steer performance on African Bermuda grass pasture overseeded with black oat and annual ryegrass: effects of added irrigation and temperate legumes. *Agronomy for Sustainable Development*, 43:9, 2023.

CECATO, U. et al. (1998). Avaliação de cultivares e linhagens de aveia (*Avena ssp.*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 20, p. 347-354, 1998.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S. J. (2004). 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.

CARETTA, C. A. et al. (2002). Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 163-171, 2002.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. Recomendações técnicas para a cultura da aveia. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas Evangraf, 2000. 69p.

COSTA, C. D. O. et al. (2019a). Correlation between nutrient content and productivity in irrigated forages. *Revista Biociência*, v. 35, n. 3, p. 679-690, 2019a.

COSTA, G. P.; SILVA, T. E.; RODRIGUES, J. P. P; DETMANN, E. Avaliação da concentração dos componentes da solução de destilação sobre a qualificação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl. *Revista agrária acadêmica*, v. 2, p. 151-159, 2019b.

COSTA, K. A.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P. et al. (2005). Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

COSTA, N. de L. et al. (2020). Forage yield and morphogenesis of *Megathyrus maximus* cultivars in Roraimas's savannas. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, e652986054. 2020.

COSTA, N. de L., JANK, L., MAGALHÃES, J. A., BENDAHAN, A. B., RODRIGUES, B. H. N., e SANTOS, F. J. de S. (2021). Forage yield and morphogenesis of *Megathyrus maximus* cultivars in Roraimas's savannas. *Research, Society and Development*, 9(8), p. 1–13, 2021.

CUNHA, F. F. et al. (2012). Produtividade da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em diferentes manejos e doses de adubação, períodos de descanso e épocas do ano. *Idesia (Chile)* v. 30, n. 1, Jan Abril, 2012.

CUNHA, F. F. (2015). Irrigação e uso de pastagens no Brasil. Viçosa: UFV, 2015.

DANTAS, G. de F. et al. (2020). Morphogenic and structural characteristics of Marandu grass affected by fertigation with treated sewage effluents and cutting height. *Engenharia Agrícola*, v. 40, n. 6, p. 692-702, 2020.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T. da; OLIVEIRA, P. S. R. de. (2012). Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, p. 198-205, 2012.

DETMANN, E. et al. (2021). Métodos para Análise de Alimentos. (INCT-CA). 2ª Edição, 350 p. 2021.

DETMANN, E.; FERREIRA, A. S.; SCOTTÁ, B. A. (2014). Métodos para avaliar a qualidade proteica dos alimentos. IN: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, R. G. P.; GERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. (Eds.). *Nutrição de não ruminantes*. Jaboticabal: FUNAP, p. 537-554, 2014.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLE, T. T.; SALIBA, E. O. S. et al. (2012). Métodos para análise de alimentos. Suprema: Visconde do Rio Branco, 2012. 214p.

DIALLO, M. C. A. et al. (2023). Características produtivas de capins tropicais com e sem irrigação. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 16, n. 11, p. 27882-27896, 2023.

DIAS-FILHO, M. B. et al. (2021). Forrageiras tropicais e temperadas: estratégias de integração para extensão da estação de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 56, e20210245, 2021.

DIAS-FILHO, M. B., LOPES, M. J. dos S. (2021). Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar. Belém: Embrapa Amazônia Oriental [Documento 460], 28p, 2021.

DRUMOND, L. C. D. et al. (2021). Irrigação de pastagens. In: Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: Técnica e Cultura. Esalq – USP, 2021.

DRUMOND, L. C.; AGUIAR, A. P. (2005). Fertirrigação: aspectos técnicos e econômicos para a agricultura irrigada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 292-298, 2005.

Embrapa Trigo. (2015). Cultivares de forrageiras temperadas: desempenho e recomendações de uso. Passo Fundo: Embrapa.

ERTHAL, E. S. e BERTICELLI, R. (2018). Sustentabilidade: agricultura irrigada e seus impactos ambientais. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 64-74, 2018.

EUCLIDES, V. P. B., MONTAGNER, D. B., BARBOSA, R. A., e VALLE, C. B. do. (2020). Forrageiras para sistemas intensivos de produção animal em regiões tropicais. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2020.

FAO. Codex Alimentarius comission: Procedural manual. 26th ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. 253p.

FARIAS FILHO, J. A. et al. (2018). Produção e qualidade de pastagens de Tifton 85 sobresemeadas com aveia preta: efeitos da irrigação e adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 39, n. 5, p. 2071-2080, 2018.

FEROLLA, F. S. et al. (2008). Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia preta e triticale sob corte e pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 197-204, 2008.

FERREIRA, M. A. A. et al. (2021). Agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivated in clayey and sandy soil submitted to water and nutritional management. *Revista Engenharia Na Agricultura*, v. 29, p. 179-191, 2021.

FLOSS, E. L. (2008). Manejo do solo em sistema de plantio direto. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2008.

FONTANELI, R. S., & FONTANELI, R. S. (2012). Qualidade e valor nutritivo da forragem. Forrageiras Para Integração Lavoura-Pecuária Floresta Na Região Sul-Brasileira, 2, p. 27–49, 2012.

FRANK, D.; REICHSTEIN, M.; BAHN, M. et al. (2015). Effects of climate extremes on the terrestrial carbon cycle: concepts, processes and potential future impacts. *Global Change Biology*, v. 21, n. 8, 2015.

FURLANI, P. R. et al. (2002). Alelopatia de plantas de cobertura sobre espécies daninhas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 77-84, 2002.

GALINDO, F. S. et al. (2017). Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa Guiné-grass (*Panicum maximum* cv. Mombaça) at dry and rainy seasons. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 12, p. 1657-1664, 2017.

GALINDO, F. S. et al. (2018a). Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim Mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 5, n. 3, p. 1-9, 2018a.

GENRO, T. C. M. & SILVEIRA, M. C. T. de. (2018). Uso da altura para ajuste de carga em pastagens. Comunicado técnico. Bagé, RS p. 1-17, dezembro, 2018.

GERDES, L. *et al.* (2005). Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de capim Aruana exclusivo ou sobressemeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 4, p. 1088-1097, 2005.

GERMANO, L. H. E. et al. (2018b). Produtividade e características agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. paiaçu submetida a doses de nitrogênio sob cortes. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75 p. 1-14, 2018b.

GOMES, E. P. et al. (2015a). Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 19, n. 4, p. 317–323, 2015a.

GOMES, E. P. et al. (2015b). Productivity of Tifton 85 grass irrigated and overseeded with winter forages. *Acta Scientiarum. Ciências animais*, v. 37, n. 2, p. 123-128, 2015b.

GOMES, E. P. et al. (2017). Productivity and nutritional quality of *Urochloa Brizantha* cv. BRS Piatã grass fertirrigated with swine wastewater in different seasons of the year. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 10, p. 1366 - 1373, 2017.

GOMES, E. P., SANCHES, A. C., DIAS, D. K. U., DE JESUS, F. L. F., NUNES, W. A. G. DE A., ORRICO, M. A. P., DE SOUZA DIAS, J. P., AZEVEDO, E. P. G. (2018). Application of swine wastewater for irrigation of Tifton 85 grass: Part I - productivity and nutritional quality. *Australian Journal of Crop Science* v. 12, n. 03, p. 486-495, 2018.

GOMES, R. A.; LEMPP, B.; JANK, L. et al. (2011). Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 2, p. 205-211, 2011.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; LAMBERT, D. R. et al. (2015). Fito disponibilidade de metais e produção de tifton 85 cultivada com diferentes fontes e doses de zinco. Scientia Agrária Paranaensis, v. 14, n. 1, p. 33-38, 2015.

GONÇALVES, I. Z. et al. (2023). Optimizing evapotranspiration and crop irrigation requirements of tropical forages cropping systems in Southern Brazil. International Journal of Biometeorology, 68(1), 57–67, 2023.

GONÇALVES, M. S. et al. (2018). Bromatológicas de gramíneas tropicais sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. Nativa, v. 6, n. 4, p. 415-421, 2018.

GRIFFITHS, D. L. Genetic potential and productivity of winter cereals in Brazil. Brasília: Embrapa, 2010.

GURGEL, A. L. C. et al. (2020). Estrutura do capim Mombaça no pós-pastejo sob efeito residual de doses de nitrogênio. Anais [...] XI mostra científica famez, v. 1, p. 1 – 4, 2020.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A. D.; ALEXANDRINO, E. et al. (2010). Maize and forage grass cultivars under monocropping and intercropping systems. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 1, p. 278-284, 2010.

JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. (2008). Melhoramento genético de *Panicum maximum*. In: RESENDE, R.M.S Melhoramento de Forrageiras Tropicais. 1.ed. Brasília: Embrapa, p. 55-87, 2008.

JESUS, F. L. F. de. (2021a). Seasonality of biomass production of irrigated Mombaça ‘Guinea grass’. Acta Agricultura e Scandinavica, section b - soil & plant science, v. 71, n. 3, p. 156 – 164, 2021a.

JESUS, F. L. F. et al. (2017). Water use in irrigated agriculture: an approach to water productivity in drip and sprinkler systems. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, p. 1677-1684, 2017.

KUNRATH, T. R. et al. (2018). Water use efficiency in perennial forage species: Interactions between nitrogen nutrition and water deficit. Field Crops Research, v. 222, p. 1 – 11, 2018.

LANDSKRON, G. R. *et al.* (2016). Massa seca de forrageiras de inverno singular e em consórcio com e sem irrigação. 8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Anais... Itaquí – RS, 2016.

LANGARO, N. *et al.* (2016). Análise conjunta do ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca, 2015. In: XXXVI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 2016, Pelotas. Anais. Pelotas: UFPEL, 2016.

LESK, C.; ROWHANI, P.; RAMANKUTTY, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, v. 529, p. 84-87, 2016.

LIMA, M. D. de *et al.* (2023). Desenvolvimento produtivo do Tifton 85 irrigado e não irrigado. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 16, n. 10, p. 23855-23870, 2023.

LIRA, M. de A., MELLO, A. C. L. DE, CUNHA, M. V. DA, SANTOS, M. V. F. DOS, DUBEUX JÚNIOR, J. C. B., JUNIOR, M. DE A. L., APOLINÁRIO, V. X. de O. (2017). Produção animal em pastagens tropicais da América Latina Animal production in tropical pastures of Latin America. *Archivos Latino-americanos de Producción Animal*, v. 25, n. (1–2), p. 1–23, 2017.

LOPES, J. C. *et al.* (2015). Produção e qualidade bromatológica de aveia preta (*Avena Strigosa Schreb.*) sob diferentes doses de nitrogênio no Norte do Paraná. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 44, n. 7, p. 230-237, 2015.

MACHADO, L. A. Z.; CUNHA, E. A.; CARRIEL, J. M.; LIMA, A. C. R. (2017). Produção e composição botânica de pastagens de aveia-preta em consórcio com forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 4, p. 345-353, 2017.

MORENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. (2017). Drought in Northeast Brazil – past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, p. 1189-1200, 2017.

MARTUSCELLI, L. A. *et al.* (2013). Produção e utilização de forragens tropicais no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 12, p. 1537-1546, 2013.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M. *et al.* (2009). Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MELO, A. F. *et al.* (2021). Desempenho produtivo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (syn. *Urochloa brizantha*) submetidas à adubação orgânica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, 19p, 2021.

MELO, L. F. de *et al.* (2010). Estratégias de intensificação da produção de bovinos de corte no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 7, p. 1433-1443, 2010.

MELO, M. C. et al. (2020). Crescimento e produtividade de *Brachiaria* adubada e irrigada por gotejamento subsuperficial. *Irriga*, v. 25, n. 1, p. 112 - 130, 2020.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C. (Ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, p. 450-493, 1994.

MICHALK, D. L. et al. (2019). Livestock production and the water-energy-food nexus. *Animal*, v. 13, n. 7, p. 1424-1432, 2019.

MINSON, D. J. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, San Diego. 1990.

MOREIRA, A. L. et al. (2006a). Época de Sobressemeadura de Gramíneas Anuais de Inverno e de Verão no Capim Tifton 85: produção e composição botânica, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 740-745, 15 ago. 2006a.

MOREIRA, A. L. et al. (2006b). Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim Tifton 85: valor nutritivo. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v. 30, n. 2, p. 335-343, 2006.

MOREIRA, J. A. (2006). Produção de forragem de inverno para bovinos leiteiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1234-1241, 2006.

MULLER, M. D. S.; FRANCELLO, A. L.; DOURADO-NETO, D. et al. (2002). Productivity of *Panicum maximum* cv. Mombaça under rotational grazing and irrigation. *Scientia Agrícola*, v.59, p.427-433, 2002.

MURPHY, J. P; HOFFMAN, L. A. (1992). Origin, history and production of oat. In: MARSHALL, H.G.; SORRELS, M.E. (Co-ed.). *Oat Science and Technology*. Madson: Crop Science Society of American, p. 1-28 1992.

NABINGER, C., & CARVALHO, P. C. F. (2009). *Ecofisiologia de pastagens e manejo sustentável*. UFRGS – Porto Alegre. 2009.

NUÑEZ, J.; AREVALO, A.; KAKRWAT, H. et al. (2018). Biological nitrification inhibition activity in a soil-grown biparental population of the forage grass, *Brachiaria humidicola*. *Plant and Soil*, v. 426, p. 401-411, 2018.

OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; MATOS NETO, U. et al. (2007). Morfogênese do capim Tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

OLIVEIRA, A. P. et al. (2016a) Influência da época de semeadura na produção e qualidade bromatológica da aveia branca (*Avena sativa* L.) no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 45, n. 8, p. 432-439, 2016.

OLIVEIRA, A. R. F. et al. (2017). Produtividade, composição morfológica e químico bromatológica do capim Marandu consorciado com sorgo forrageiro para renovação de pastagem degradada no cerrado. *Revista de Ciências Agronômicas*, v. 26, n. 1, p. 69-81, 2017.

OLIVEIRA, D. E; MANELA, M. Q; GAMA, M. A. S. (2001). Associações de ingredientes e efetividade de fibra. Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

OLIVEIRA, J. M. et al. (2016b). Fertirrigação na cultura da rúcula (*Eruca sativa Miller*) conduzida em ambiente protegido. *Irriga*, v. 21, n. 3, p. 438-448, 2016b.

OLIVEIRA, L. M. et al. (2012). Desempenho de bovinos de corte alimentados com diferentes sistemas de pastagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 5, p. 1181-1190, 2012.

OLIVEIRA, P. P. A. (2007). Produção de forragem e composição botânica de três espécies de pastagens tropicais sobressemeadas com aveia ou azevém: Embrapa Pecuária Sudeste/São Carlos., São Carlos, v. 1, n. 1, p. 1-3, 27 jul. 2007.

OLIVEIRA, P. S. et al. (2023). Aplicações da agricultura de precisão em pastagens. Circular Técnica 127, Embrapa, Juiz de Fora, MG, 2023.

OLIVEIRA, R. L. et al. (2006). Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagem de braquiária manejada sob lotação contínua: desempenho animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1457-1465, 2006.

OLIVEIRA, T. P. et al. (2021). Advancing nitrogen fertilization of corn using *Brachiaria ruziziensis* as covers crop. ISSN: 1983-2125. *Revista Caatinga*, v. 34, n. 1, p. 9 – 19, 2021.

OLIVEIRA, T. P. et al. (2021). Advancing nitrogen fertilization of corn using *Brachiaria ruziziensis* as covers crop. ISSN: 1983-2125. *Revista Caatinga*, v. 34, n. 1, p. 9 – 19, 2021.

OLIVEIRA, V. da S., VALENÇA, R. DE L., SANTANA NETO, J. A., SANTANA, J. C. S., SANTOS, C. B., LIMA, I. G. S. (2014). Utilização da Técnica de Produção de gás In Vitro para Estimar a Digestibilidade dos Alimentos. *Revista científica de medicina veterinária. Periódico Semestral, Ano XII-Número 23 – Julho de 2014*.

PARENTE, J. C. C., SABOIA, J. L., SILVA, D. V. da. (2024). Benefícios da adubação em pastagens NPK e produtividade bovina. *Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro*, v. 11, p. 1–16, 2024.

PEDREIRA, C. G. S. (2010). Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Eds). *Plantas Forrageiras*. Viçosa, MG: UFV, p. 78-130, 2010.

PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, V. J.; PEDREIRA, B. C. et al. (2017). Herbage accumulation and organic reserves of palisade grass in response to grazing management based on canopy targets. *Crop Science*, v. 57, n. 4. p. 2283-2293, 2017.

PEQUENO, D. N. L. et al. (2015). Forage Accumulation and Nutritive Value of *Brachiaria* grasses and Tifton 85 Bermuda grass as Affected by Harvest Frequency and Irrigation. *Agronomy Journal*. v. 107, n. 5, 2015.

PEQUENO, D. N. L., PEDREIRA, C. G. S., Sollenberger, L. E., Faria, A. F. G. de, SILVA, L. S. (2015). Forage accumulation and nutritive value of *Brachiaria* grasses and Tifton 85 bermudagrass as affected by harvest frequency and irrigation. *Agronomy Journal*, v. 107, n. (5), p. 1741–1749, 2015.

PEREIRA, J. L. A. R. et al. (2015). Qualidade de grãos de aveia branca em diferentes sistemas de produção. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 21-27, 2015.

PEREIRA, L. E., HERLING, V. R., ALMEIDA, O. J. I. (2016). Gramíneas Forrageiras De Clima Temperado E Tropical. Grupo de estudos em forragicultura e pastagens. *Pirassununga*, v. 95, 2016.

PEZZOPANE, J; SANTOS, P. M.; EVANGELISTA, S. R. M. et al. (2016). *Panicum maximum* cv. Tanzania: climate trends and regional pasture production in Brazil. *Grass and Forage Science*, v. 72, n. 1, 2016.

REIS, A. R.; MELO, G. M. P.; BERTIPAGLIA, L. A. A. et al. (2005). Produção de fenos de *Cynodon*. In: VILELA, D.; RESENDE. J.C.; LIMA, J.A. *Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira*. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2005. 250p.

REIS, L. T. S. et al. (2024). Adubação potássica de cultivares de *Megathyrsus maximus*. 12(1), 97–101, 2024.

REIS, M. M. et al. (2017). Irrigação de pastagens tropicais: desafios e perspectivas. *Revista Unimontes Científica*, Montes Claros, v. 19, n.1 - jan./jun. 2017.

REIS, R. A. et al. (2001). Introdução de espécies de inverno em pastagens tropicais: efeitos na composição química. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p. 1205-1213, 2001.

REZENDE, A. V.; RABÊLO, F. H. S.; RABELO, C. H. S. et al. (2015). Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

RIBEIRO, M. C. A. et al. (2023). Prediction models of the nutritional quality of fresh and dry *Brachiaria brizantha* cv. Piatã grass by near infrared spectroscopy. *Journal of Applied Animal Research*, 51(1), 193–203, 2023.

RIGOTTI, G. et al. (2019). Qualidade da forragem de Tifton 85 submetida a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 9, p. 695-700, 2019.

RODRIGUES, A. N.; SILVA, T. E.; DETMANN, E. (2018). Concentrações de hidróxido de sódio nas soluções de destilação do método de Kjeldahl sobre a qualificação de nitrogênio total. *Boletim de indústria animal*, v. 75, p. 9-16, 2018.

RODRIGUES, C. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DETMANN, E. et al. (2012). Grupos funcionais de gramíneas forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 6, p. 1385-1393, 2012.

ROSOLEM, C. A.; RITZ, K.; CANTARELLA, H. et al. (2017). Enhanced Plant Rooting and Crop System Management for Improved N Use Efficiency. *Advances in Agronomy*, v. 146, p. 205-239, 2017.

SANCHES, A. C. et al. (2014). Produtividade da canola sob irrigação e doses de adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. (7), 688–693, 2014.

SANCHES, A. C. et al. (2015). Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 19, n. 2, p. 126–133, 2015.

SANCHES, A. C. et al. (2015a). Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 19, n. 2, p. 126–133, 2015a.

SANCHES, A. C. et al. (2015b). Valor nutritivo de capim tifton 85 com e sem irrigação sob doses de nitrogênio. XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA. São Pedro – SP. 13 a 17 de setembro de 2015b.

SANCHES, A. C. et al. (2016). Produtividade, composição botânica e valor nutricional do Tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. *Irriga: Grandes Culturas*, p. 221-232, 2016.

SANCHES, A. C. et al. (2017a). Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 2, p. 1291-1301, 2017a.

SANCHES, A. C. et al. (2017a). Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 2, p. 1291-1301, 2017a.

SANCHES, A. C. et al. (2017b). Productivity and nutritive value of Tifton 85 in summer, with and without irrigation under different nitrogen doses. *Engenharia Agrícola*, 37(2), 246-256, 2017.

SANCHES, A. C. et al. (2018a). Irrigation and swine slurry application of Tifton 85 grass: production and nutritional quality. IV INOVAGRI International Meeting, 2018a.

SANCHES, A. C. et al. (2018b). Productivity and nutritive value of Tifton 85 in summer, with and without irrigation under different nitrogen doses. *Engenharia Agrícola*, v. 37, n. 2, p. 246-256, 2018b.

SANCHES, A. C. et al. (2020). Yield parameters and water productivity of tropical and overseeded winter forages. *International Journal for Innovation Education and Research*. v. 8 n. 08, 2020.

SANCHES, A. C. et al. (2023). Sazonalidade da produção do capim-bermuda “Tifton 85” ao longo do ano com e sem irrigação em diferentes doses nitrogenadas no sul do Brasil. *Arabian Journal of Geosciences*. v.16, p. 336, (2023).

SANCHES, A. C., GOMES, E. P., RICKLI, M. E., FRISKE, E. (2016). produtividade, composição botânica e valor nutricional do tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. *Irriga, Botucatu, Edição Especial, Grandes Culturas*, p. 221–232, May 2016.

SANTOS, F. A. (2009). Panorama da produção de aveia branca no Brasil. *Revista Agropecuária Sul*, v. 12, n. 3, p. 45-52, 2009.

SANTOS, G. T. dos et al. (2015). Tecnologias para intensificação da bovinocultura de leite em sistemas de pastejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 9, p. 823-830, 2015.

SANTOS, L. D. et al. (2016). Produção de matéria seca em cultivares de aveia e azevém sob irrigação no Sudeste do Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 1, p. 25-33, 2016.

SANTOS, M. E. R., FONSECA, D. M., GOMES, V. M., SILVA, G. P. (2017). Produção e qualidade de forragem de gramíneas tropicais sob manejo rotativo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. (9), p. 781–789, 2017.

SATURNINO, H. M. et al. (2010). Irrigação: importância, evolução histórica e perspectivas. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 4, n. 3, p. 158-169, 2010.

SBRISSIA, A. F. & BARRETA, D. A.; (2022). O manejo do pastejo para produção animal intensiva em ambientes pastoris. 11 Simpósio Brasil Sul de Bovinocultura de Leite. At: Chapecó, BR. Novembro 2022.

SBRISSIA, A. F., DUCHINI, P. G., JOILSON, R., ECHEVERRIA, T., MIQUELOTO, A., BERNARDON, L., & FIDELIS, A. (2017). Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. *Archivos Latino-americanos de Producción Animal*, v. 25, p. 45–58, 2017.

SCHMIDT, F. (2021a). Produção de forrageiras anuais de inverno implantadas sob dois métodos de estabelecimento em pastagem de Tifton 85. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 4908-4917, 2021a.

SCHMIDT, P. (2021b) Avaliação nutricional de aveias em sistemas integrados de produção de leite. *Revista Agropecuária Sul*, v. 22, n. 2, p. 75-83, 2021b.

SCHOENHALS, C. T. K., FELDMANN, N. A., SOMAVILLA, L. L., CUNHA, S. H. M., MÜHL, F. R. (2024). Produção de leite a base de pasto na região oeste de Santa Catarina. *Revista Inovação – Centro Universitário Fai*. v. 3, 167–186, 2024.

SILVA, A. R. et al. (2015). Produção de palha e sustentabilidade de sistemas agrícolas: efeito da FDN. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 12, p. 1187-1194, 2015.

SILVA, C. E. K. DA, MENEZES, L. F. G. DE, ZIECH, M. F., KUSS, F., RONSANI, R., BIESEK, R. R., BOITO, B., LISBINSKI, E. (2012). Sobressemeadura de cultivares de aveia em pastagem de estrela africana manejada com diferentes resíduos de forragem. *Semina: Ciencias Agrarias*, v. 33, n. (6), 2441–2450, 2012.

SILVA, J. L. S. da; CECON, P. R.; FONSECA, D. M. da. (2016). Estabilidade fenotípica de cultivares de aveia branca avaliadas em diferentes ambientes. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 63, n. 4, p. 486-493, 2016.

SILVA, S. C., & NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, 121–138, 2007.

VALLE, C. B., EUCLIDES, V. P. B., Montagner, D. B. (2009). *Brachiaria: o capim do Brasil*. Embrapa Gado de Corte. 2009.

CRESTANI, S., FONTANELI, R. S., FONTANELI, R. S. (2013). Gramíneas forrageiras de clima temperado para o Sul do Brasil. *Embrapa Trigo – Sistemas de Produção* 12. 2013.

SILVA, T. E.; DETMANN, E.; CAMACHO, L. F.; SALIBA, E. O. S.; PALMA, M. N. N.; VALADARES FILHO, S. C. (2017b). Comparação de métodos in vitro para quantificação da digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro de forragens e concentrados. *Arquivo brasileiros de Medicina veterinária e zootecnia*, v. 69, p. 1635-1644, 2017b.

SILVA, V. F. de, SOUZA, F. J. A. de, SILVA, J. R. da,; SILVA FILHO, A. S., MIRANDA, E. S., OLIVEIRA, J. C. A. DE, MESQUITA, A. A., NEGRÃO, F. de M. (2024). Uso de aditivos nas silagens de capins tropicais: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 7, n. (2), e68716, 2024.

SILVA, V. J. et al. (2015). Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated ‘Tifton 85’, Jiggs, and vaquero Bermuda grasses in response to harvest frequency. *Crop Science*, v. 55, n. (6), 2886–2894, 2015.

SILVA, V. R.; COSTA, K. A. P.; SILVA, M. A. P. et al. (2017a). Production, forage quality, and performance of Holstein cows under intermittent grazing on Tifton 85. *Journal of Agricultural Science*, v. 9, n. 8, p. 11-21, 2017.

SOARES, A. B.; PIN, E. A.; POSSENTI, J. C. (2013). Valor nutritivo de plantas forrageiras anuais de inverno em quatro épocas de semeadura. *Ciência Rural*, v. 43, p. 120-125, 2013.

SOUZA, E. L. de. et al. (2018). Plantas forrageiras para pastos de alta produtividade Bovinocultura, equídeo cultura, forragem, ovinocaprinocultura, produção. *Nutri Time*, 15, 8272–8284, 2018.

SOUZA, J. P. et al. (2020). Características morfogênicas, estruturais e agronômicas de gramíneas tropicais: uma revisão. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n. 8, p. 1 - 20, 2020.

THOMAS, H. (1998). Cytogenetics of Avena. In: MARSHALL, H. G.; SORRELLS, M. E. (Co-ed.). *Oat Science and Technology*. Madison: Crop Science Society of America, p. 473-507. 1998.

VALENTIN, J. F.; CARNEIRO, J. C.; MOREIRA, P. et al. (2001). Capim Massai (*Panicum maximum* Jacq.): nova forrageira para a diversificação das pastagens no Acre. Embrapa Acre – Comunicado técnico, 2001.

VAN SOEST, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VOLPE, E.; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M. et al. (2008). Forage accumulation and plant and soil characteristics according to soil base saturation, rates of

phosphorus and nitrogen in the establishment of Massai grass. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 37, p. 228-237, 2008.

ZANETTI, M. et al. (2019). Cobertura do solo e redução da erosão em sistemas de sobressemeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 54, n. 7, p. 801-810, 2019.

ZARDO, B. G. Z.; KRAHL, G.; BARRETA, D. A. (2024). Utilização estratégica de herbicida em pastagem de Tifton 85. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 37, n. 2, 2024, A head of print 25 jul. 2024.

3 CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA, PRODUTIVA E BROMATOLÓGICA DO CAPIM TIFTON 85 EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA

RESUMO

A irrigação das pastagens pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade e produtividade dos pastos em clima tropical; entretanto, seus benefícios a longo prazo ainda são pouco estudados. Assim, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar características produtivas e morfológicas do capim Tifton 85, sobressemeado com IPR Esmeralda e Iapar 61, submetido ou não à irrigação, durante dois ciclos experimentais nos anos de 2022 e 2023, de 15 de maio a 10 de novembro, na Área de Pesquisa em Irrigação da UFGD. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com parcela irrigada (CI) e sem irrigação (SI). Cada parcela foi formada pelo capim Tifton 85 sobressemeado com IPR Esmeralda e Iapar 61, com 4 repetições, totalizando 24 coletas. A irrigação proporcionou respostas diferenciadas na relação folha: colmo (RFC) e na porcentagem de material senescente. A irrigação aumentou a produção total de matéria seca (PTMS), com produtividade média de 19,60 Mg ha⁻¹ no tratamento irrigado (CI) e 11,01 Mg ha⁻¹ no não irrigado (SI). A maior produção entre os tratamentos foi observada na combinação T85 + Iap61, com valores médios de 24,00 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Os estudos demonstraram redução na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação: 3,97% no CI e 7,48% no SI. Os maiores valores da relação folha/colmo foram observados no segundo ano de avaliação, com média de 3,27, contra 2,13 no primeiro ano. Os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms) não sofreram variações significativas devido à irrigação, embora tenha havido diferença de 2,77 pontos percentuais entre CI e SI nas áreas sobressemeadas com aveias. A integração entre manejo hídrico, sobressemeadura otimizou a produção e a qualidade nutricional do capim Tifton 85 em sistemas de pastejo intensivo, garantindo maior eficiência produtiva e sustentabilidade.

3.1 Introdução

O capim Tifton 85 é uma planta do gênero *Cynodon dactylon*, resultado de um cruzamento entre o capim Tifton 68 e uma introdução sul-africana denominada PI-290884. É classificado como uma forrageira de alto potencial produtivo e considerada de alta qualidade (REZENDE *et al.*, 2015). Possui elevado padrão de qualidade e rusticidade, o que o tornou muito desejado pelos produtores de ruminantes, além de se destacar na constante evolução da alimentação animal devido ao seu alto valor nutricional e potencial produtivo (SILVA *et al.*, 2017).

Em comparação com outras forrageiras do gênero, o Tifton 85 apresenta características como colmos mais compridos, porte mais elevado, folhas extensas e de coloração verde escura, além de grandes rizomas e estolões que se expandem rapidamente (VIÇOSI *et al.*, 2018). Essa espécie figura entre as principais pastagens perenes tropicais cultivadas no Brasil, destacando-se pela alta produtividade e qualidade nutricional, sendo amplamente utilizada na produção animal. Inicialmente enfatizada nos Estados Unidos, posteriormente sua produção ganhou destaque no Brasil devido à sua elevada produção de matéria seca (VIÇOSI *et al.*, 2020). O capim Tifton 85 é amplamente utilizado para intensificar a produção de leite, devido à sua alta produtividade e elevada resistência ao pisoteio (CUNHA *et al.*, 2024; GOMES *et al.*, 2018;

SANCHES *et al.*, 2023). Além de seu grande potencial nutritivo, apresenta rápido crescimento, favorecendo cortes mais frequentes, e é bastante adaptado às diversas condições climáticas das regiões brasileiras (FARIAS-FILHO *et al.*, 2018; VIÇOSI *et al.*, 2018).

O Brasil possui grande variação climática devido à sua extensa área territorial, o que expõe as pastagens cultivadas a diversas condições, como variações de temperatura, radiação solar e precipitação pluviométrica (LIMA *et al.*, 2023; MEDEIROS *et al.*, 2024). Por isso, as forrageiras do gênero *Cynodon dactylon* são as mais indicadas para fenação no país, levando em consideração seu valor nutritivo e elevado potencial produtivo (CUNHA *et al.*, 2024). Entre as gramíneas forrageiras utilizadas na alimentação animal, os cultivares de *Cynodon dactylon* destacam-se pela elevada produção de massa seca e capacidade superior de suporte animal, sendo altamente responsivos à adubação nitrogenada (CARNEVALLI *et al.*, 2001; GARCEZ *et al.*, 2023). O uso de forrageiras com alto potencial produtivo resulta em aumentos significativos na produção, desde que sejam atendidas suas exigências nutricionais e de manejo, garantindo crescimento acelerado e rebrote vigoroso após desfolhações sucessivas (TOLEDO *et al.*, 2023).

Como as forrageiras tropicais apresentam menor valor nutritivo em relação às espécies de clima temperado e ficam dormentes ou pouco produtivas no inverno, a sobressemeadura, aliada ao manejo adequado, permite aumentar a capacidade de suporte das pastagens e melhorar o desempenho animal, estendendo a estação de pastejo (DIAS-FILHO *et al.*, 2021; BOSS *et al.*, 2021). A sobressemeadura em pastagens tropicais pode ser realizada durante o período hibernar (outono/inverno) sem comprometer o desempenho da espécie perene. Entretanto, o intervalo ideal de corte para o manejo dessas espécies ainda não está totalmente definido, sendo recomendada a adoção do corte baseado em altura (REIS *et al.*, 2017; GENRO e SILVEIRA, 2018).

A composição botânica está diretamente relacionada à qualidade do capim. O ideal é que a massa forrageira apresente o menor percentual possível de material morto e a maior relação folha/colmo (MOCHEL-FILHO *et al.*, 2016; DIALLO *et al.*, 2023). Deficiências na proteína da dieta limitam a atividade ruminal, afetando a ingestão e digestão dos nutrientes (BARBERO *et al.*, 2021). A fibra em detergente neutro (FDN) deve manter níveis mínimos na dieta, pois está associada ao consumo, densidade do alimento, mastigação, digestibilidade e taxa de digestão (OLIVEIRA *et al.*, 2001). A FDN representa a fração fibrosa das plantas forrageiras, constituída por celulose, hemicelulose e lignina.

Os rendimentos máximos de matéria seca para o Tifton 85 sem irrigação, conforme a literatura, variam entre 55 e 90 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (GOMES *et al.*, 2015a; SANCHES *et al.*, 2016;

TAVARES *et al.*, 2021). Com irrigação, o acúmulo de matéria seca chega a variar entre 105 e 125 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (GOMES *et al.*, 2015a; SANCHES *et al.*, 2016, 2017a; AMARAL, 2019; VIÇOSI *et al.*, 2020). Em termos ganho nutricional, de modo geral, a sobressemeadura apresenta potencial para atingir teores de 19% de proteína bruta, 67% de fibra em detergente neutro, 38% de fibra em detergente ácido e 60% de digestibilidade *in vitro* (ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; PEQUENO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; SANCHES *et al.*, 2016).

Diante do exposto, irrigação e sobressemeadura promovem melhor desempenho produtivo e bromatológico do capim Tifton 85 durante o período de estacionalidade produtiva. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo, morfológico e bromatológico do capim Tifton 85, com e sem irrigação, sobressemeado com aveias IPR Esmeralda e Iapar 61, ao longo de dois ciclos anuais de cultivo.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na área da Unidade Experimental do Centro de Estudos e Pesquisas Avançadas em Irrigação da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). No período entre 15 maio a 10 novembro 2022 no 1º ano e 15 maio a 10 novembro 2023 no 2º ano, sob coordenadas geográficas de 22°11'53" de Latitude Sul e 54°56'20" de Longitude Oeste, com altitude de 463 m, Dourados/MS.

3.2.2 Clima da região

O clima da região de Dourados foi classificado por Köppen como tropical Cwa (clima subtropical úmido), mesotérmico úmido, com verão quente e chuvoso (ALVARES *et al.*, 2013). No 1º ano, as precipitações anuais durante o período experimental totalizaram 514,3 mm, com o maior volume registrado em 18/08/2022 (77,0 mm). A temperatura média anual foi de 19,1°C e a média da umidade relativo do ar foi de 74,45%. As menores temperaturas observadas foram 0,2°C, registradas em 20/05/2022 e 12/06/2022, enquanto a maior temperatura foi de 27,5°C (Figura 1). Já no 2º ano, as precipitações anuais somaram 523,5 mm, com o maior volume registrado em 08/10/2023 (63,9 mm). A temperatura média anual foi de 21,4°C e a média da umidade relativo do ar foi de 75,15%. As menores temperaturas foram 0,9°C, registrada em 15/07/2023, e a maior temperatura observada foi de 32,2°C (Figura 2).

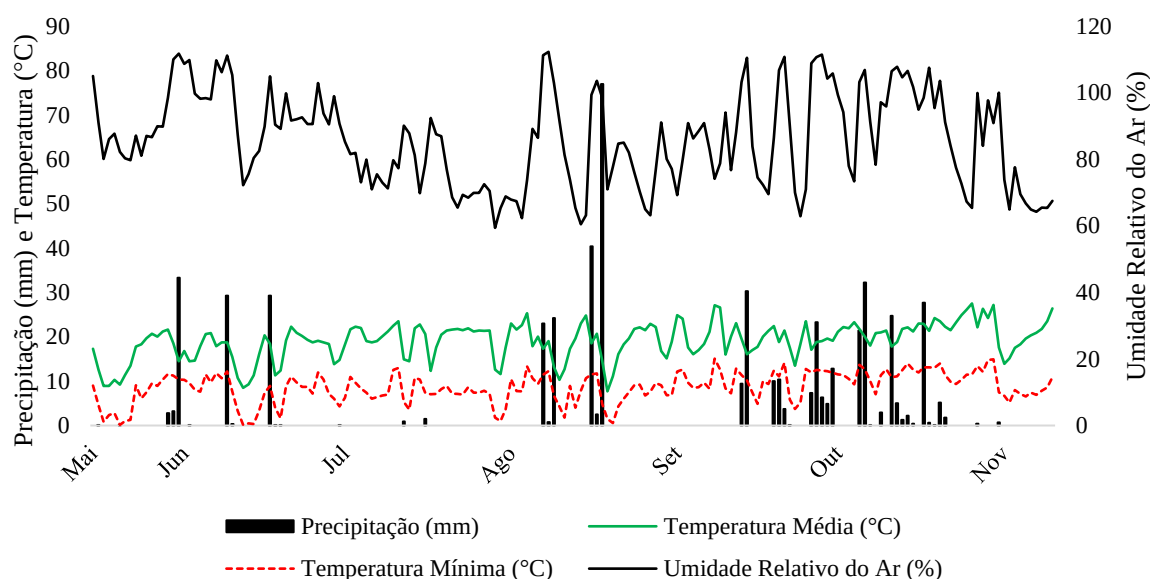


Figura 1: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS

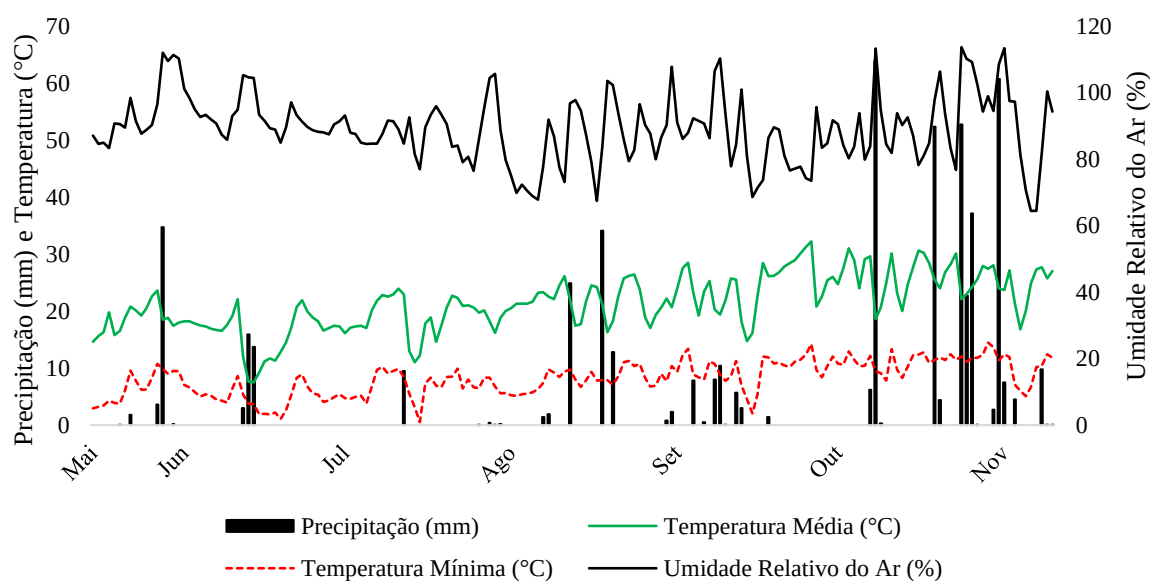


Figura 2: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS

Legenda: barras pretas representa os valores diários da pluviometria no ano. Linha preta representa os valores diários da umidade relativo do ar (%) no ano. Linha vermelho representa os valores diários da temperatura mínima (°C) no ano. Linha verde representa os valores diários da temperatura média (°C) no ano.

3.2.3 Caracterização do solo da área experimental

O solo da unidade experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS *et al.*, 2018). A análise química do solo nas profundidades na camada de 0 – 0,20 m e de 0,20 - 0,40 m estão apresentadas na Tabela 01, o solo apresenta em sua textura 68% da Argila, 11% de Silte e 21% de Areia, classificado, assim como solo franco argiloso. As amostras para as análises foram coletadas nos dias 23/05/2022 e 24/05/2023, para o primeiro e segundo ano, respectivamente.

Tabela 1 Análise química do solo nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m

Anos	Camadas (m)	pH	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	V (%)	K	Ca	Mg	H+Al	Al
						cmolc dm ⁻³				
Ano 1	0,00 - 0,20	5,4	28,54	7,6	78,17	0,92	6,33	2,92	2,84	0,00
	0,20 - 0,40	5,1	19,41	4,7	78,54	0,83	5,27	2,21	2,27	0,00
Ano 2	0,00 - 0,20	5,0	24,85	8,4	62,92	0,48	6,37	2,94	5,77	0,00
	0,20 - 0,40	4,7	19,63	4,3	51,19	0,25	4,42	1,78	6,15	0,37

P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; M.O = matéria orgânica; V (%) = saturação de bases; Mg = magnésio; H+Al = acidez potencial; Al = alumínio trocável;

3.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, nas quais foram aplicados os tratamentos com e sem irrigação. A parcela foi composta pelo capim *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 exclusivo e pelo Tifton 85 sobressemeado com *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda e *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61, com 4 repetições, totalizando 24 coletas (Tabela 2). As dimensões das subparcelas foram de 15 m × 7,5 m (112,5 m²) para as aveias e 15 m × 15 m (225 m²) para o Tifton 85 exclusivo, totalizando uma área experimental de 450 m² parcela⁻¹. Na parcela irrigada, foram instalados 6 aspersores com 15 m de diâmetro de molhamento, posicionados em espaçamento de 15 m × 15 m (Figura 2).

Tabela 2: Esquema experimental (fatores e níveis)

Fator	Níveis	Variáveis
Irrigação	2	Com a Irrigação; Sem a Irrigação
Sobressemeadura	3	T85 Exclusivo ; T85 + IPR Esmeralda ; T85 + Iapar 61
Ano	2	Ano 1; Ano 2

Tabela 3: Esquema da análise de variâncias

Variáveis	GL
Bloco	3
Aveia	2
Ano	1
Aveia*Ano	2
Erro 1	15
Irrigação	1
Irrigação*Aveia	2
Irrigação*Ano	1
Irrigação*Aveia*Ano	2
Erro 2	18
Total	24

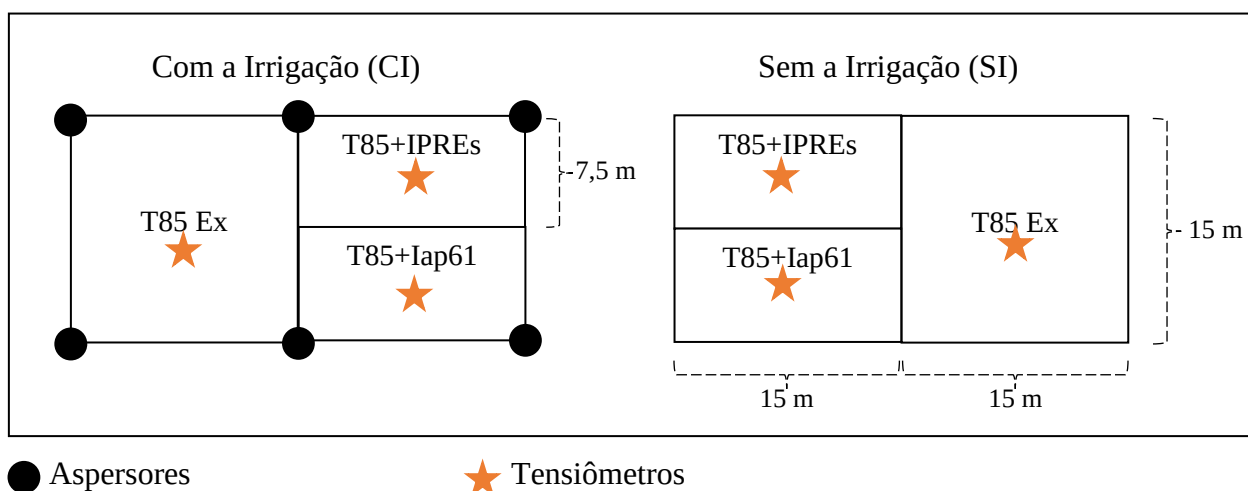


Figura 3: Croquis da área experimental

3.2.5 Manejo de irrigação

3.2.5.1 Determinação da lâmina de irrigação

O tempo de irrigação (T_i), em cada evento, foi determinado pela seguinte equação:

$$T_i = Li/Ia \quad (01)$$

Onde:

T_i = tempo de irrigação (h)

Li = lâmina de irrigação (mm)

Ia = intensidade de aplicação (igual a $2,14 \text{ mm h}^{-1}$)

A lâmina de irrigação foi determinada da seguinte forma:

$$Li = ETo.Kc.Tr \quad (02)$$

Onde:

ET_o = evapotranspiração histórica de referência (mm)

K_c = coeficiente de cultura (adimensional)

Tr = turno de rega (dias)

Como no capim é comum considerar $K_c = 1$ e, como, a irrigação foi diária (exceto em umidade superior a 24%), ou seja, Tr também igual 1, pode-se simplificar a equação 02 da seguinte forma:

$$Li = ET_o \quad (03)$$

3.2.5.2 Manejo e monitoramento da umidade do solo

O manejo da irrigação foi realizado diariamente, com lâminas d'água definidas em função da evapotranspiração histórica registrada para cada mês, utilizando aspersores de baixa vazão instalados em espaçamento de 15 m $\times$ 15 m. A intensidade de aplicação (IA) foi determinada *in loco*, obtendo-se o valor de 2,14 mm h⁻¹ a 30 mca de pressão. O Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) também foi aferido na mesma ocasião, apresentando valor de 89,4%. A umidade do solo foi monitorada diariamente por um sensor do tipo FDR (Frequência no Domínio do Tempo) conectado ao controlador de irrigação. A irrigação foi interrompida sempre que a umidade do solo excedeu 24% (12 kPa), equivalente à capacidade de campo.

Para fins de comparação dos valores de tensão de água no solo, seis tensiômetros foram instalados a 0,20 m de profundidade, sendo três entre as subparcelas irrigadas e três entre as não irrigadas. A tensão de água no solo e a altura do capim foram medidas duas vezes por semana, às terças e sextas-feiras.

No 1º ano, a lâmina acumulada de irrigação durante o período experimental foi de 352,1 mm, distribuída em 96 eventos (dias), com demanda máxima semanal de 15,9 mm. As médias das tensões de água no solo (TAS) foram de 14,41 kPa na área irrigada e 19,36 kPa na área sem irrigação, enquanto as médias das TAS mínima e máxima foram de 9,30 e 28,07 kPa, respectivamente (Figura 4).

No 2º ano, a lâmina acumulada de irrigação durante o período experimental foi de 421,4 mm, distribuída em 124 eventos (dias), com demanda máxima semanal de 18,8 mm. As médias das tensões de água no solo (TAS) foram de 15,30 kPa na área irrigada e 19,59 kPa na área sem irrigação, enquanto as médias das TAS mínima e máxima foram de 10,93 e 27,13 kPa, respectivamente (Figura 5).

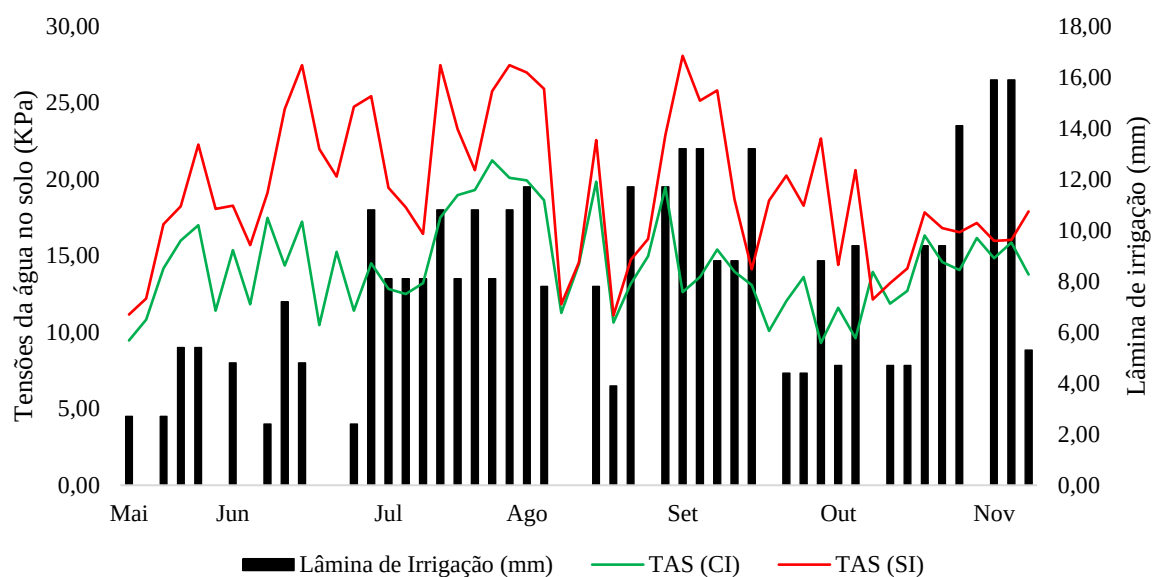


Figura 4: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS

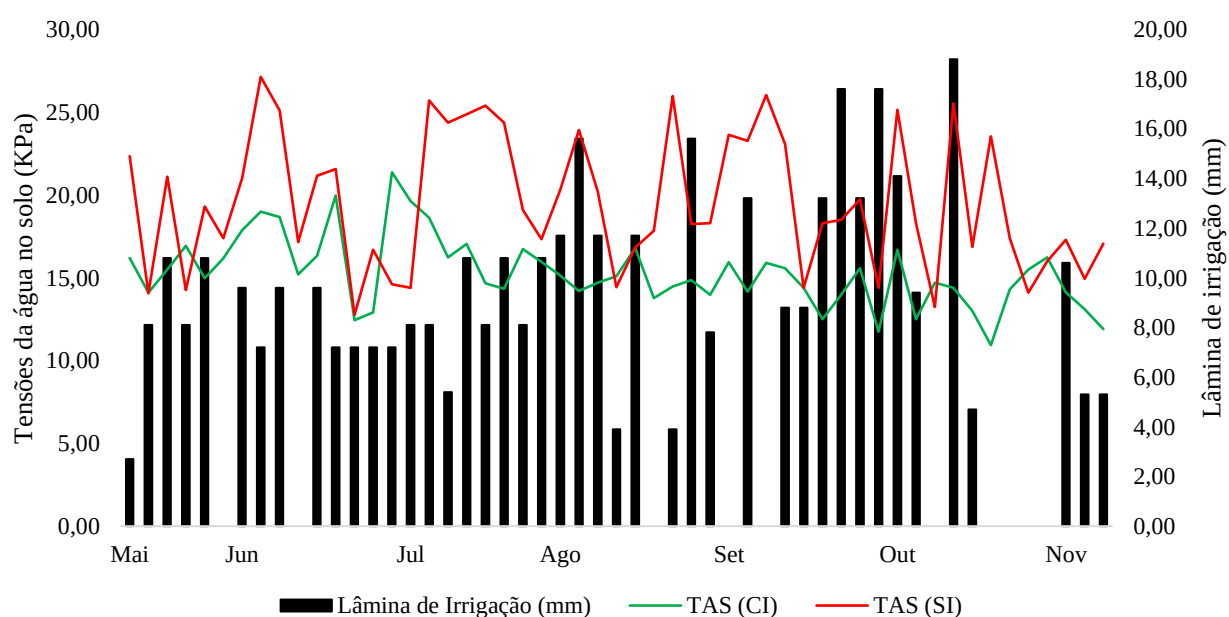


Figura 5: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS

Legenda: barras pretas represente a lâmina de irrigação aplicada durante ao ano. Linha verde representa a tensão da água no solo CI no ano. Linha vermelho representa a tensão da água no solo SI no ano, dos tensiômetros instaladas na área.

3.2.6 Coletas de biomassa

Os ciclos de crescimento foram definidos com base na medição da altura do dossel. Adotou-se uma altura de entrada entre 0,30 e 0,35 m para o Tifton 85 e as aveias. Após a coleta, as áreas foram rebaixadas a 40% da altura do dossel. A coleta foi realizada utilizando um quadrado vazado de 0,5 m² (1 m por 0,5 m), uma régua e uma foice de poda. Após a coleta, o piquete foi liberado para o pastejo dos animais até atingir a altura de dossel preestabelecida. Logo após o término do pastejo, no máximo 24 horas após a retirada dos animais do piquete, as parcelas foram adubadas com 30 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ na forma de ureia (46-00-00).

3.2.7 Procedimentos de secagem e pesagem

As coletas foram submetidas à separação morfológica no laboratório de Relação Água Solo Planta e Atmosfera (RASPA), sendo subdivididas em folha, colmo e material senescente. Após a separação, os capins foram encaminhados para uma estufa com circulação forçada de ar, a 55 °C, por 72 horas para a determinação da matéria seca (MS). Posteriormente, as amostras secas foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g. Após a secagem, as coletas foram moídas em moinho de material vegetal e armazenadas para posterior análise bromatológica no laboratório do RASPA.

3.2.8 Parâmetros avaliados

Os dados foram organizados em porcentagem de matéria seca para determinar a produtividade total de matéria seca (PTMS), composto por massa seca de folha e caule (MSF e MSC) e porcentagem de material senescente (MS), altura (ALT), relação folha/colmo (RFC). Os valores de MSF, MSC, e MS foram utilizados para calcular a PTMS (Mg ha⁻¹), conforme a Equação (04)

$$PTMS = (MSF + MSC + MSMS) \quad (04)$$

Onde:

PTMS - produtividade total de matéria seca, Mg ha⁻¹

MSF - massa seca de folhas, Mg ha⁻¹

MSC - massa seca de colmos, Mg ha⁻¹

MSMS - Massa seca de material senescente, Mg ha⁻¹

Posteriormente, subamostras da matéria seca foram utilizadas para análises bromatológicas, empregando o método de Kjeldahl para determinação de proteína bruta (PB,

%), as técnicas de VAN SOEST para fibra em detergente neutro (FDN, %) e fibra em detergente ácido (FDA, %), e o método de TILLEY & TERRY (adaptado) para a digestibilidade *in vitro* (DIV, %), conforme Da SILVA et al. (2017) e DETMANN et al. (2021).

3.2.9 Análise de variância

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância com a programa SISVAR, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) quando observadas diferenças significativas.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Produtividade total de matéria seca

A partir da análise de variância, houve efeito significativo para a produtividade total da massa seca (PTMS) entre os ciclos, bem como para a irrigação e para as aveias, com intervalo de confiança de 95%. Observou-se uma variação de 2,53 Mg ha⁻¹ na produtividade total entre os anos de avaliação ($p < 0,05$), com um aumento médio anual de produtividade de 8,59 Mg ha⁻¹ devido à irrigação (Tabela 4).

Tabela 4: Produtividade total de massa seca (PTMS, Mg ha⁻¹) anual e a irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	T85 Ex (Mg ha ⁻¹)	T85+IPREs (Mg ha ⁻¹)	T85+Iap61 (Mg ha ⁻¹)	Média
Ano 1	13,35 cB	17,44 bA	18,93 aA	16,57 a
Ano 2	16,06 aA	14,32 bB	11,75 cB	14,04 b
CI	16,25 bA	21,64 aA	20,92 aA	19,60 a
SI	13,16 aB	10,12 bB	9,76 bB	11,01 b
Média	14,70 c	15,88 a	15,34 b	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

A irrigação influenciou positivamente a PTMS, promovendo um incremento médio de 77,97% na produtividade em comparação aos tratamentos sem irrigação, com médias de 19,60 e 11,01 Mg ha⁻¹ para os tratamentos com e sem irrigação, respectivamente (Tabela 3). Esses resultados indicam um aumento no suporte da capacidade animal por hectare (UA ha⁻¹) durante o período de inverno. As médias gerais da PTMS em função da sobressemeadura foram 14,70; 15,88 e 15,34 Mg ha⁻¹ para T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente (figura 6). O incremento na produtividade em áreas com irrigação (CI) foi de 3,09; 11,52 e 11,15 Mg

ha⁻¹ para T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente, quando comparados aos respectivos tratamentos sem irrigação.

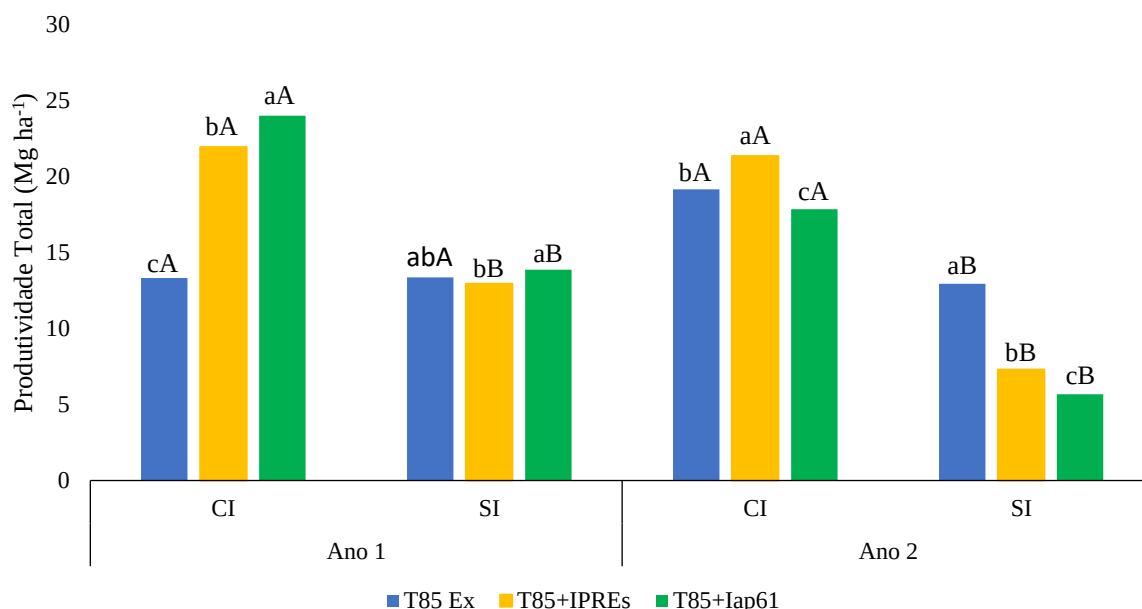


Figura 6: Produtividade Total por parcela (Mg ha⁻¹) do capim Tifton 85 sobressemeados com aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

O incremento médio na produtividade devido à irrigação foi de 5,03 Mg ha⁻¹ em comparação com os tratamentos não irrigados. Independentemente da irrigação, as parcelas mais produtivas foram as sobressemeadas no 1º ano, com médias de 21,94 e 24,00 Mg ha⁻¹ de massa seca para T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente, enquanto as menos produtivas apresentaram valores médios de 7,29 e 5,67 Mg ha⁻¹ (Figura 6).

No 2º ano, com precipitação acumulada de 514,30 mm, a PTMS na área com irrigação foi estatisticamente semelhante à PTMS sem irrigação, apresentando 13,33 e 13,36 Mg ha⁻¹, respectivamente. Essa produtividade foi favorecida pela precipitação aliada à reposição da lâmina de irrigação de 352,10 mm aplicada em 96 eventos. A tensão média de água no solo foi de aproximadamente 14,41 kPa, com um total de 10 ciclos de coleta em 180 dias, o que contribuiu para o desempenho produtivo, especialmente na combinação T85+IPREs com irrigação, que atingiu 24,00 Mg ha⁻¹. Os ciclos de coleta nas áreas sobressemeadas foram 10 e

6 no primeiro ano, e 5 e 2 no 2º ano, relativos às áreas com e sem irrigação, respectivamente. Nas áreas sem sobressemeadura (SS), foram realizados quatro ciclos de coleta para ambas as condições de irrigação no 1º ano, e três e dois ciclos, respectivamente, no 2º ano.

No 2º ano, houve uma redução na precipitação acumulada de 43,1 mm, associada a um aumento médio da temperatura de 2,36 °C (Figura 1 e 2), além de 26 eventos pluviométricos e tensão de água no solo em torno de 17,45 kPa. Esses fatores podem ter contribuído para a redução do desempenho produtivo, com média global de acúmulo de matéria seca de 8,64 Mg ha⁻¹. Neste ano, foram realizadas duas coletas, em 15/08/2023 (sobressemeadura) e 16/09/2023 (T85 exclusivo), após 93 e 125 dias do início da experimentação, respectivamente. Durante esse período, ocorreram cinco eventos pluviométricos na faixa de 6 mm, com temperaturas média e mínima de 21,38 °C e 16,48 °C, e tensões de água no solo de 15,30 e 19,59 kPa para áreas irrigadas e não irrigadas, respectivamente. Nessas condições, a PTMS foi inferior nos tratamentos não irrigados, afetando negativamente o crescimento da cultura sobressemeada, que não alcançou a altura de pastejo preestabelecida durante o inverno.

Transformando os resultados de PTMS em taxa de acúmulo de forragem (TAF) (kg ha⁻¹ dia⁻¹), a produtividade com irrigação e sobressemeadura foi de 90,25 kg ha⁻¹ dia⁻¹, valor inferior aos 98,6 e 103 kg ha⁻¹ dia⁻¹ encontrados por GOMES *et al.* (2018) e SANCHES *et al.* (2016). Sem irrigação e sobressemeadura, a TAF foi de 73,10 kg ha⁻¹ dia⁻¹, superior aos valores de 60,3 e 56 kg ha⁻¹ dia⁻¹ reportados por SILVA *et al.* (2018). DIALLO *et al.* (2023) e MEDEIROS *et al.* (2024), em estudos com capim Tifton 85 irrigado, encontraram taxas de acúmulo de biomassa próximas a 98,8 e 99,27 kg ha⁻¹ dia⁻¹, valores semelhantes aos encontrados neste estudo no segundo ano para o T85 exclusivo. SANCHES *et al.* (2016) e DIALLO *et al.* (2023), em estudos sem irrigação, relataram TAF de 69,5 e 77,1 kg ha⁻¹ dia⁻¹, valores próximos aos encontrados aqui, de 74,22 e 71,97 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para os anos 1 e 2, respectivamente. Dessa forma, observa-se que a irrigação aumenta a taxa diária de acúmulo de biomassa.

Na sobressemeadura, as médias diárias de PTMS foram 127,61 e 74,45 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para os tratamentos irrigados e não irrigados, respectivamente. Esses dados são compatíveis com o maior acúmulo de forragem em pastagens irrigadas, que pode ultrapassar 96 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (FONSECA *et al.*, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2013), embora haja ampla variação em condições de sobressemeadura. Sem irrigação, em estudos com *Cynodon dactylon* e aveia, as taxas de acúmulo variam entre 20 e 66 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (ROCHA *et al.*, 2007; OLIVO *et al.*, 2010; NERES *et al.*, 2011; CASTAGNARA *et al.*, 2012). Com irrigação, MOREIRA *et al.* (2006a) alcançou valores de 105,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹ em sobressemeaduras com aveia. No

primeiro ano, a sobressemeadura com irrigação apresentou taxas de 121,87 e 133,34 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente, valores superiores aos relatados por MOREIRA *et al.* (2006b).

A desfolha reduz a área foliar da planta, diminuindo a interceptação de luz e, conseqüentemente, a taxa fotossintética (COSTA *et al.*, 2021; SBRISSIA e BARRETA, 2022). À medida que a intensidade da desfolha aumenta e a área foliar residual diminui, as taxas de acúmulo de forragem tornam-se menores e o período de rebrota se prolonga, especialmente em condições de déficit hídrico (SBRISSIA e BARRETA, 2022). Esse efeito foi evidente nas parcelas não irrigadas em comparação às irrigadas neste estudo.

No 1º ano de experimentação, verificou-se que a irrigação favoreceu a recomposição da biomassa das aveias, possibilitando 10 ciclos de crescimento nas parcelas irrigadas e sobressemeadas, em contraste com 6 ciclos nas parcelas sem irrigação. A irrigação estimulou a rebrota e a recomposição do dossel sobressemeado, enquanto as desfolhas repetidas nas áreas sem irrigação comprometeram o sistema radicular, reduzindo o potencial de recuperação das plantas (MARIANO *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2011, 2021; PAIVA *et al.*, 2023). Esse comportamento foi confirmado pelo fato de a biomassa total das sobressemeaduras (T85+IPREs e T85+Iap61) ter sido semelhante à do T85 exclusivo, mesmo com maior número de ciclos nas áreas irrigadas.

A distribuição das chuvas e os estádios fenológicos das aveias nos dois anos de avaliação evidenciam a forte influência das condições hídricas sobre o desenvolvimento das plantas. No 2º ano, o déficit hídrico coincidiu com o estágio de alongação, resultando em menor perfilhamento e antecipação da senescência, enquanto no 1º ano a maior disponibilidade de água durante a fase vegetativa prolongou a manutenção de folhas jovens e favoreceu a rebrota. A irrigação atuou diretamente nos processos fisiológicos das plantas, mantendo o potencial hídrico foliar, o turgor celular e a atividade fotossintética, o que estimula o crescimento, o perfilhamento e retarda a senescência. Esses mecanismos resultam em maior acúmulo de matéria seca, teores mais elevados de proteína bruta e melhor digestibilidade da forragem (TAIZ *et al.*, 2017; CARVALHO *et al.*, 2017). AMARAL *et al.* (2025) também observaram que a irrigação em gramíneas tropicais aumentou a produção de massa seca, o número de perfilhos e reduziu o período de rebrota em relação às condições de sequeiro.

Em contrapartida, o déficit hídrico provoca fechamento estomático, redução da fotossíntese e maior alocação de carbono em tecidos estruturais, elevando os teores de FDN, FDA e lignina, o que compromete a qualidade da forragem (REIS *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2021). A sobressemeadura, por sua vez, introduz espécies de ciclo anual e fenologia distinta,

aumentando a densidade de folhas no dossel, a relação folha/colmo e o teor de proteína e digestibilidade. Em pastos de capim Tifton 85, essa prática elevou a disponibilidade de massa seca e a proporção de lâminas foliares, demonstrando potencial para melhorar a qualidade e reduzir a sazonalidade da produção (CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018).

3.3.2 Altura do dossel

A altura do capim é uma característica diretamente relacionada aos aspectos morfológicos e ao desempenho da planta, influenciando os componentes estruturais, a produção e a qualidade nutricional da forragem produzida (COUTINHO *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2023). Não foi observada diferença significativa nas alturas médias entre os tratamentos irrigados (CI) e não irrigados (SI). A maior altura foi registrada no segundo ano, com incrementos de 11,82 cm e 4,87 cm para os tratamentos T85 Ex e T85+IPREs, respectivamente. Independentemente da irrigação e do ano, as maiores alturas médias foram de 48,58 cm, 42,50 cm e 36,18 cm para os tratamentos T85 Ex, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5: altura (ALT, cm) do capim Tifton 85 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	T85 Ex (cm)	T85+IPREs (cm)	T85+Iap61 (cm)
Ano 1	CI	33,45 bB	37,80 aA	36,18 aA
	SI	38,25 aA	37,42 aA	30,42 bB
Ano 2	CI	48,58 aA	42,45 bA	36,00 cA
	SI	46,75 aA	42,50 bA	32,63 cB

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

A maior altura foi encontrada no segundo ano, no tratamento sem sobressemeadura e sem irrigação, com produtividade menor em relação ao primeiro ano, devido ao menor número de coletas. No T85 Ex, a maior altura registrada no segundo ano foi de 48,58 cm, com produtividade total de massa seca (PTMS) de 19,16 Mg ha⁻¹, contra 46,75 cm e 12,95 Mg ha⁻¹ para os tratamentos irrigado e não irrigado, respectivamente. Nas parcelas sobressemeadas com aveias, a maior altura foi de 42,50 cm, associada a uma PTMS de 7,29 Mg ha⁻¹.

A parcela que apresentou a maior altura, independentemente da irrigação e sobressemeadura, foi o T85 Ex, com 48,58 cm, apresentando percentual de material senescente na faixa de 4,10%. Por outro lado, a maior porcentagem de material senescente foi observada no segundo ano (12,51%) em associação à altura de 32,63 cm no T85+Iap61. A altura de 48,58 cm no T85 Ex, relativa à irrigação no segundo ano, apresentou uma média da relação

folha/colmo (RFC) de 3,07. As maiores alturas (48,58 e 42,50 cm) apresentaram RFC de 3,07 e 3,77, valores superiores em comparação com os demais RFC. Já os menores valores de RFC (1,46 e 1,92) foram encontrados no primeiro ano, em áreas sem irrigação, com alturas de 38,25 cm e 37,42 cm para T85 Ex e T85+IPREs, respectivamente. As maiores alturas observadas no segundo ano e nos sistemas irrigados refletem melhores condições climáticas e hídricas nesses períodos e sistemas de produção. A maior taxa de acúmulo de massa seca (MS) no segundo ano justificou a altura de dossel de 48,58 cm no T85 Ex, diferenciando-se das sobressemeaduras e dos anos avaliados sob irrigação. Esse comportamento, referente à altura do dossel, pode ser explicado pelo menor número de coletas no segundo ano, o que impactou o desenvolvimento do capim.

Em estudos anteriores, autores relataram alturas inferiores, variando entre 24,56 e 30,00 cm (BETHA e TRAVIS, 2021; CARVALHO *et al.*, 2024; LIMA *et al.*, 2023; MEDEIROS *et al.*, 2024; SCHMIDT, 2021; VIÇOSI *et al.*, 2020), semelhantes às encontradas neste estudo, na faixa de 33,75 a 40 cm (CAVAZZANA *et al.*, 2023; NUNES *et al.*, 2018; SANCHES *et al.*, 2016; SÉRVULO *et al.*, 2024), e também alturas elevadas de 58,88 cm e 63,88 cm (SILVA *et al.*, 2018a; TOLEDO *et al.*, 2023), consideradas muito superiores às deste estudo. Pastos altos apresentam maior concentração de colmo e tendem a ter menor relação folha: colmo, impactando negativamente a qualidade da forragem e o potencial de rebrota (SBRISSIA e BARRETA, 2022).

Embora a altura do dossel esteja diretamente relacionada ao potencial produtivo da pastagem, pastos excessivamente altos não são desejáveis, pois promovem o sombreamento das folhas basais, o que é particularmente prejudicial para forrageiras de hábito estolonífero e rizomatoso (EUCLIDES *et al.*, 2014; SBRISSIA *et al.*, 2018). O manejo adequado da altura é determinante para a qualidade da forragem, influenciando o consumo e o desempenho dos animais (FERNANDES *et al.*, 2017). Pastagens manejadas dentro da faixa ideal de altura proporcionam maior consumo e melhor desempenho nutricional dos ruminantes (SBRISSIA e BARRETA, 2022).

Quando a altura ultrapassa os valores recomendados, há aumento do material senescente e da fração de colmos, componentes de menor valor nutritivo e baixa aceitação pelos animais (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021). A competição entre perfilhos também afeta a estrutura do dossel: elevadas densidades reduzem o tamanho e a qualidade das folhas individuais, aumentando a proporção de colmos e diminuindo a digestibilidade e a relação folha/colmo (RFC). Por outro lado, perfilhos sob menor competição produzem folhas maiores e mais nutritivas, elevando a RFC e o teor de proteína bruta (PB) (Da SILVA *et al.*, 2017).

A irrigação modula o alongamento dos estolões, favorecendo o crescimento de folhas jovens na camada superior do dossel, retardando a senescência e promovendo rebrota mais vigorosa (CARVALHO *et al.*, 2017; TAIZ *et al.*, 2017). Em contrapartida, o déficit hídrico limita a elongação, resultando em dosséis mais baixos, com maior proporção de colmos e menor produtividade (SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Assim, a altura ideal deve equilibrar a proporção folha/colmo, mantendo predominância de folhas jovens, maior teor de PB e menor acúmulo de fibras estruturais.

3.3.3 Relação folha/colmo

A relação folha/colmo (RFC) é uma característica de fundamental importância para a determinação do comportamento ingestivo dos animais e, conseqüentemente, do consumo de forragem em gramíneas tropicais (GOMIDE *et al.*, 2007). Houve efeitos significativos na RFC, com interação significativa entre os tratamentos com e sem irrigação, diferenças entre os anos/ciclos anuais e também entre as aveias, com intervalo de confiança de 95%. De maneira semelhante ao observado para a altura do dossel, a RFC foi alterada ($p < 0,05$) em função do uso da irrigação e do ano avaliado. Alguns estudos indicam que valores de RFC acima de 1,0 representam elevado teor de proteína, melhor digestibilidade e maior consumo, atendendo às exigências nutricionais dos ruminantes e promovendo maior sustentabilidade nos sistemas produtivos (SILVA *et al.*, 2024). As médias gerais da RFC foram 2,13 e 3,27 para os anos 1 e 2, respectivamente, enquanto nas sobressemeaduras os valores médios foram 2,55; 2,61 e 2,95 para T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Os maiores valores médios da RFC foram observados no 2º ano (3,56), provavelmente devido ao menor número de coletas em relação ao 1º ano, que apresentou valores de 3,37; 3,18 e 3,26 para os tratamentos T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6: Relação folha/colmo (RFC) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	T85 Ex	T85+IPREs	T85+Iap61	Média
Ano 1	1,73 cB	2,04 bB	2,63 aB	2,13 b
Ano 2	3,37 aA	3,18 aA	3,26 aA	3,27 a
CI	2,54 aB	2,37 bB	2,91 aA	2,61 a
SI	2,57 aB	2,85 aA	2,98 aA	2,80 a
Média	2,55 b	2,61 b	2,95 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

As sobressemeaduras de aveias elevaram os valores de RFC no 1º ano. No segundo ano, as sobressemeaduras não influenciaram significativamente os valores de RFC em condições de estresse e aumenta a senescência foliar. Na média dos dois anos, a sobressemeadura com a aveia Iapar 61 (T85+Iap61) promoveu maior RFC em comparação à sobressemeadura com a IPR Esmeralda (T85+IPREs). Os valores mais elevados de RFC foram observados nas áreas sem irrigação (SI) no segundo ano, com valores de 3,77 e 4,27, correspondendo a uma diminuição de 60,54% para T85 Exclusivo e 48,11% para T85+IPREs, respectivamente, em relação ao mesmo ano. Os menores valores de RFC nas áreas irrigadas foram registrados no primeiro ano, com 2,00 e 2,15 para T85 exclusivo e T85+IPREs, respectivamente, enquanto nas mesmas áreas no segundo ano, os valores foram de 3,07 e 2,59 (Figura 7).

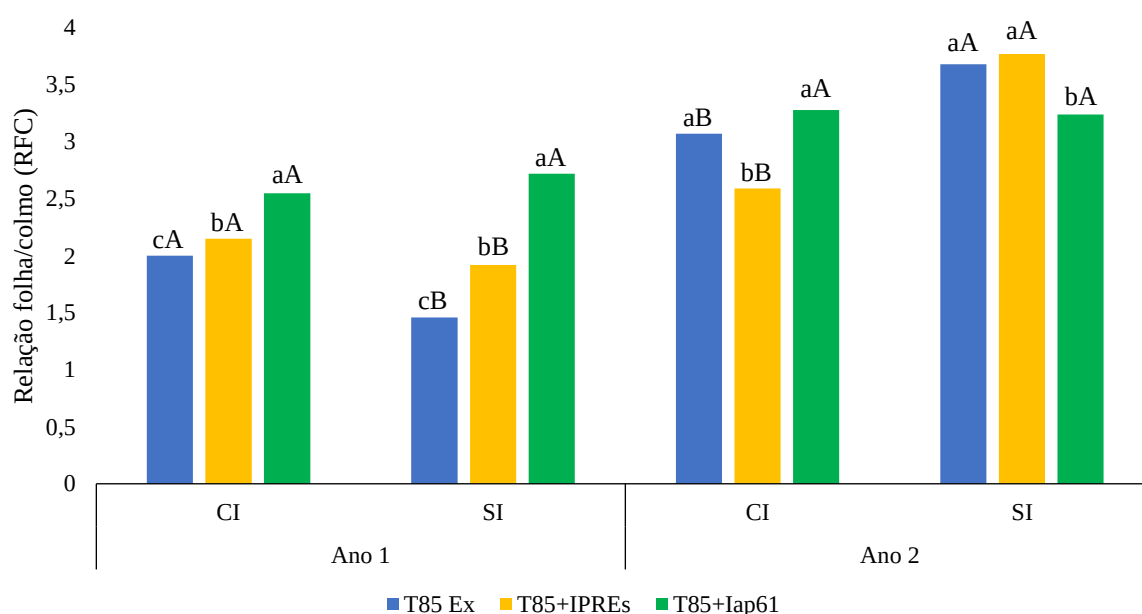


Figura 7: Relação folha/colmo (RFC) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Uma maior porcentagem de folhas corresponde a um material de melhor degradabilidade, devido à menor proporção de tecidos estruturais não degradáveis ou de difícil degradação, influenciando positivamente o processo de digestão da matéria seca pelos

microrganismos do rúmen (SILVA *et al.*, 2015). Os resultados encontrados para o capim Tifton 85 corroboram estudos anteriores (GOMES *et al.*, 2015a; SANCHES *et al.*, 2016; SANCHES *et al.*, 2017c; RODRIGUES *et al.*, 2023; SILVA *et al.*, 2018; VIÇOSI *et al.*, 2020). Contudo, os valores de RFC obtidos (em torno de 3,68) superam aqueles relatados por esses mesmos autores, que variam entre 2,00 e 1,42 ao SS. Além disso, em SS, BULEGON *et al.* (2013), DIALLO *et al.* (2023), LIMA *et al.* (2023), MEDEIROS *et al.* (2024), RODRIGUES *et al.* (2023), SILVA *et al.* (2015), SILVA *et al.* (2024), SOUZA *et al.* (2021), Vieira *et al.* (2019) também relataram RFC na faixa de 1,5 a 3,00, compatíveis com os valores obtidos aqui. Os trabalhos publicados por MOREIRA *et al.* (2006a), NERES *et al.* (2011) e SANCHES *et al.* (2015b) relataram RFCs de 1,5 e 3,2, valores semelhantes aos encontrados no 1º ano, porém inferiores aos observados no 2º ano na sobressemeadura.

O percentual de colmo exerce papel fundamental na sustentação e no crescimento das plantas, além de contribuir para a resistência ao pastejo (REZENDE *et al.*, 2021). A altura do dossel está diretamente relacionada ao potencial produtivo da pastagem; contudo, pastos acima da altura ideal promovem sombreamento das folhas basais, o que é particularmente prejudicial para forrageiras de hábito estolonífero e rizomatoso (EUCLIDES *et al.*, 2014; SBRISSIA *et al.*, 2018). Como consequência, dosséis mais altos apresentam maior proporção de colmos e menor relação folha/colmo, comprometendo a qualidade da forragem e o potencial de rebrota (SBRISSIA e BARRETA, 2022).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem da quantidade de folhas expostas à luz solar, uma vez que maior interceptação luminosa resulta em elevação da taxa fotossintética e, conseqüentemente, da produção de massa forrageira (SOUZA *et al.*, 2020). Dosséis que ultrapassam a altura ideal de manejo apresentam maior sobreposição foliar, acúmulo de material senescente e incremento da fração de colmos, fatores que reduzem o valor nutritivo da forragem e o consumo pelos animais (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021).

O manejo da irrigação influencia diretamente esse processo, visto que a disponibilidade hídrica adequada mantém folhas jovens, eleva a taxa fotossintética e favorece o acúmulo de reservas nos colmos, promovendo rebrota mais rápida e vigorosa (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). A sobressemeadura, por sua vez, contribui para o equilíbrio do dossel, introduzindo folhas jovens que mantêm o teor proteico e a digestibilidade, estimulando maior produção de forragem ao longo do ciclo (CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). A eficiência na translocação de nutrientes das folhas senescentes para tecidos de crescimento, associada ao maior vigor e à

maior taxa de alongamento foliar, favorece a manutenção de proporção mais elevada de folhas novas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

3.3.4 Material senescente

Houve interação estatisticamente significativa para o material senescente (MS), considerando os tratamentos irrigados e não irrigados, o ano de observação e a presença ou ausência de sobressemeadura com aveias, com intervalo de confiança de 95%. As proporções de material senescente foram maiores no segundo ano de avaliação (4,20% vs 9,94%), com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). De forma semelhante, houve diferença em função do uso da irrigação (2,65% vs 7,48%). Em geral, estudos têm demonstrado redução na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação em pastagens, com valores de 1,10% e 4,20% sob irrigação (CI) contra 5,02% e 9,94% sem irrigação (SI) (SANCHES *et al.*, 2023).

No segundo ano, os valores de MS foram 8,50%, 7,70% e 5,01% para T85+Iap61, T85+IPREs e T85 exclusivo, respectivamente. Entre as sobressemeaduras, independentemente do ano, o T85+Iap61 apresentou maior percentual de material senescente, com redução de 18,10% no T85+IPREs e de 49,93% no T85 exclusivo. Os maiores percentuais foram encontrados nas áreas sem irrigação (SI), com 4,61%, 8,68% e 9,16% para T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Independentemente da irrigação, o menor percentual de MS foi observado no 1º ano de experimentação para T85 exclusivo e T85+IPREs, enquanto os maiores valores ocorreram no segundo ano, com 11,40% e 12,51% para T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7: Material senescente (MS, %) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	T85 Ex (%)	T85+IPREs (%)	T85+Iap61 (%)	Média
Ano 1	1,65 cB	2,98 bB	4,55 aB	3,06 b
Ano 2	5,01 cA	7,70 bA	8,50 aA	7,07 a
CI	2,05 bB	1,20 bB	3,89 bA	2,38 b
SI	4,61 aC	8,68 aB	9,16 Aa	7,48 a
Média	3,33 c	5,34 b	6,52 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Uma das principais causas da senescência em plantas forrageiras é o sombreamento, que ocorre quando o dossel forrageiro intercepta mais de 95% da luz no momento do corte ou pastejo (EUCLIDES *et al.*, 2014; BARBERO *et al.*, 2021). Nestas condições, as folhas da base

entram em processo de cedência de nutrientes (translocação) para favorecer o crescimento de folhas novas. Esse processo tende a ser acentuado em plantas do gênero *Cynodon dactylon*, devido ao seu hábito decumbente, estolonífero e rizomatoso, que promove sombreamento por crescimento mais horizontalizado. Portanto, qualquer erro na altura de manejo (ponto de entrada) pode ocasionar grande quantidade de senescência (BARBERO *et al.*, 2021). Durante a experimentação, no segundo ano, foram observados os maiores valores de MS para os tratamentos irrigados, com 4,10%, 4,00% e 4,50%, e para os tratamentos sem irrigação (SI), com 5,92%, 11,40% e 12,51%, para T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente (Figura 8).

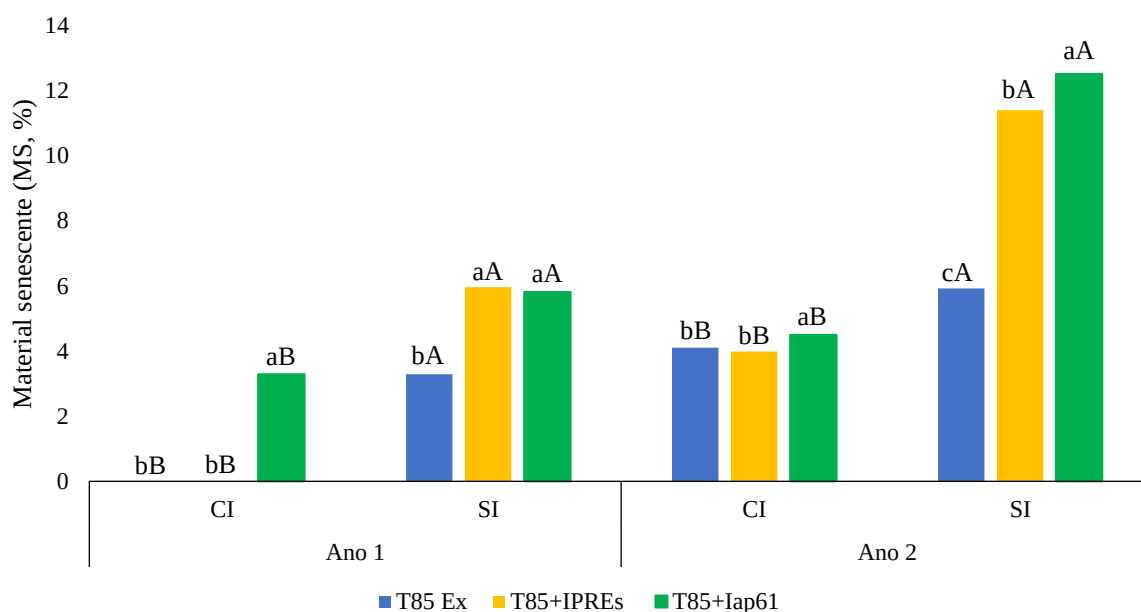


Figura 8: Material senescente geral (MS, %) do capim Tifton 85 sobressemeados de aveias em função da irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Quando o dossel forrageiro aumenta em quantidade de folhas, ocorre sombreamento das folhas inferiores das plantas vizinhas, tornando-se concorrentes pela luz solar. A partir desse ponto, as folhas do extrato inferior deixam de absorver luz, entrando em senescência e originando material de menor valor nutricional, que não será consumido pelos animais (CRUZ *et al.*, 2021). Incrementos na massa de forragem levam a mudanças na composição estrutural

do pasto, com aumento do percentual de colmo em relação ao limbo foliar e, em momentos críticos, aumento do material senescente (RODRIGUES *et al.*, 2023).

A irrigação diminuiu o percentual de material senescente (PMS) do capim Tifton 85. Outros estudos também verificaram essa redução em pastagens irrigadas (GOMES *et al.*, 2015; SANCHES *et al.*, 2016). Os valores de PMS relatados por esses autores, 5,10% e 7,8%, respectivamente, estão acima das médias encontradas neste estudo, que foram de 3,29% no ano 1 para os tratamentos irrigados (T85+Iap61), e 4,10% e 4,50% no ano 2 para T85 exclusivo e T85+Iap61. No entanto, os valores de PMS nas parcelas não irrigadas foram de 5,92%, 11,40% e 12,51% para T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente, menores que os relatados por esses autores.

No 1º caso, GOMES *et al.* (2015), SANCHES *et al.* (2015) e GOMES *et al.* (2018) encontraram valores de PMS iguais a 12%, 17,8% e 17% em tratamentos sem irrigação. No segundo caso, SANCHES *et al.* (2016) e LIMA *et al.* (2023) relataram valores de PMS em torno de 15% e 14,36% para tratamentos não irrigados. Trabalhos de NASCIMENTO *et al.* (2019) e SOUZA *et al.* (2017) afirmam ser comum encontrar valores de PMS abaixo de 5% em capins, corroborando os resultados encontrados nos tratamentos não irrigados deste estudo. Já os trabalhos de BOURSCHEIDT *et al.* (2023) e DIALLO *et al.* (2023) relataram valores menores que os encontrados aqui, para o segundo ano, com PMS de 8,97%, 7,54% e 7,87% nos tratamentos irrigados relativos a T85 exclusivo, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Para Tifton 85 não irrigado, RODRIGUES *et al.* (2023) relataram valores de PMS entre 8 e 11,7%, superiores aos observados neste estudo para as parcelas não irrigadas nos dois anos de avaliação.

A senescência eleva os teores de fibras estruturais (FDN, FDA e lignina) e reduz o conteúdo de proteína bruta, diminuindo a digestibilidade e a ingestão voluntária pelos ruminantes (VAN SOEST, 1994; SANTOS *et al.*, 1999; TAIZ *et al.*, 2017). Paralelamente, a translocação de nutrientes das folhas senescentes para colmos e tecidos reprodutivos afeta a qualidade da forragem, sendo fortemente influenciada pelo manejo da irrigação e pela sobressemeadura. A irrigação mantém folhas jovens, reduz o avanço da senescência e favorece a rebrota, enquanto a sobressemeadura introduz novas folhas no dossel, aumentando o teor proteico e a digestibilidade (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020; CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018).

Além disso, a altura do dossel e o sombreamento também exercem papel decisivo na composição da forragem. Dosséis excessivamente altos favorecem o alongamento de colmos e a senescência das folhas inferiores, elevando o teor de matéria seca (MS) e a fração de fibras

menos digestíveis. O manejo adequado do pastejo ou da colheita, associado à irrigação e à sobressemeadura, permite equilibrar a relação folha/colmo (RFC), mantendo predominância de folhas jovens, menor concentração de FDN e FDA e maior digestibilidade. Essa combinação resulta em forragem de melhor qualidade e maior eficiência de utilização pelos animais (SBRISSIA e DA SILVA, 2008; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022).

3.3.5 Proteína Bruta

Houve interação significativa no parâmetro proteína bruta (PB), considerando os tratamentos irrigados e não irrigados, o ano de observação e a presença ou ausência de sobressemeadura com aveias, com intervalo de confiança de 95%. Os teores de PB variaram ($p < 0,05$) em função do sistema de irrigação, sendo observados valores médios de 15,68% e 15,37% para os tratamentos irrigados (CI) e não irrigados (SI), respectivamente. Foram observadas diferenças nos teores de proteína entre o capim T85 Ex e as áreas sobressemeadas, com superioridade de PB nas áreas com sobressemeadura (16,46%), resultando em níveis protéicos 20,32% maiores que os encontrados no T85 Ex. Nas áreas irrigadas, as parcelas sobressemeadas com aveias apresentaram valores de PB superiores às parcelas sem aveias, com incrementos de 0,34% e 0,30% para T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente, sem distinção do ano. Considerando as três áreas e os dois anos, a sobressemeadura proporcionou um aumento médio no percentual de proteína bruta, com acréscimos de 2,80% nas parcelas irrigadas (CI) e 2,75% nas parcelas não irrigadas (SI). De maneira geral, houve diferença estatisticamente significativa nos valores de PB entre o primeiro e o segundo ano nos tratamentos irrigados, com médias de 16,68% e 13,47%, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9: Porcentagem geral da Proteína Bruta (PB; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	T85 Ex (%)	T85+IPREs (%)	T85+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	13,77 bA	16,68 aA	16,59 aA	15,68 a
	SI	13,47 bA	16,48 aB	16,26 aB	15,40 b
Ano 2	CI	13,87 bA	16,63 aA	16,54 aA	15,68 a
	SI	13,62 bA	16,15 aA	16,28 aA	15,35 a
	Média	13,68 b	16,49 a	16,42 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Diversos autores (ALONSO e COSTA, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; BETHA e TRAVIS, 2021; BULEGON *et al.*, 2013; MEDEIROS *et al.*, 2024; SANCHES *et al.*, 2015a, 2016 e 2023; TOLEDO *et al.*, 2023) verificaram elevação nos valores de PB, na ordem de 15%, em pastagens irrigadas com capim Tifton 85, valores superiores relatados nesse estudo SS. Pesquisadores como DANTAS *et al.* (2016), NUNES *et al.* (2018), PEQUENO *et al.* (2015), REZENDE *et al.* (2015), SANCHES *et al.* (2016 e 2018), SÉRVULO *et al.* (2024) e VIÇOSI *et al.* (2020) apresentaram porcentagens de PB semelhantes às obtidas neste estudo, em torno de 14%, sem sobressemeadura. Alguns trabalhos indicam acréscimo na porcentagem de PB no T85 Ex (ALONSO e COSTA, 2017; BULEGON *et al.*, 2013; GOMES *et al.*, 2017 e 2018; SANCHES *et al.*, 2016 e 2018; SILVA *et al.*, 2015), com valores entre 16% e 17%, superando as médias encontradas neste estudo, sem sobressemeadura. outros autores (CASTAGNARA *et al.*, 2012; NERES *et al.*, 2011 e SANCHES *et al.*, 2015b) obtiveram em sobressemeadura com aveias médios de 19% 17,4% e 17,8% valores de proteína bruta superiores aqueles encontrados nesse estudo.

A forragem disponível em pastagens tropicais, especialmente quando composta por perfilhos maduros, nem sempre corresponde àquela efetivamente consumida pelos animais (CRUZ *et al.*, 2021; BARBERO *et al.*, 2021). Diversos estudos demonstram que bovinos em pastejo preferem tecidos foliares verdes, em detrimento de material mais maduro e senescente. EUCLIDES *et al.* (2014) relataram que dietas selecionadas por animais em pastagens tropicais continham, em média, 90% de matéria seca verde. Segundo BARBERO *et al.* (2021), a dieta colhida é resultado da interação entre a preferência animal e a disponibilidade e acessibilidade dos componentes mais ou menos palatáveis. Dessa forma, o desempenho animal é diretamente influenciado pela maturidade da forragem e pela proporção de tecidos de diferentes digestibilidades.

Neste estudo, a irrigação e a sobressemeadura melhoraram esses parâmetros, tornando a forragem mais nutritiva e favorecendo o ganho de peso dos animais. O aumento do teor de proteína bruta (PB) pode resultar do maior acúmulo de nitrogênio foliar ou da maior densidade de folhas jovens; entretanto, esse efeito positivo pode ser atenuado quando ocorre simultaneamente ao aumento da matéria seca (MS) e à redução da relação folha/colmo (RFC), condições que indicam maior participação de colmos e incremento das frações fibrosas (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; VAN SOEST, 1994). Por outro lado, quando o incremento de PB está associado à maior RFC e predominância de folhas jovens, há ganho efetivo de qualidade, pois a forragem combina maior aporte proteico com menores teores de FDN, resultando em melhor digestibilidade e maior consumo pelos animais

(LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SANTOS *et al.*, 1999; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022; SOUSA *et al.*, 2020).

3.3.6 Fibra em detergente neutro

O uso da irrigação não promoveu redução significativa ($p > 0,05$) nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), observando-se valores médios de 56,44%, 57,25% e 56,70% para os tratamentos T85 Ex, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Além disso, não houve diferença significativa nos teores de FDN entre os anos de avaliação, com concentrações médias no 2º ano de 55,68% e 59,06%. Os valores médios gerais foram de 55,99% no primeiro ano e 57,61% no segundo ano. Independentemente da irrigação e das parcelas sobressemeadas, os maiores valores foram 57,45% e 58,05%, correspondentes aos tratamentos T85+IPREs e T85+Iap61 no segundo ano, enquanto as menores porcentagens foram 55,55% e 55,36%, para os tratamentos T85 Ex e T85+Iap61, respectivamente. As porcentagens relativas à sobressemeadura e à irrigação não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para FDN, embora tenha sido observada variação na faixa de 58,97% a 60,75% para os tratamentos T85+Iap61 e T85 Ex, e entre 53,92% e 54,57% para os tratamentos T85 Ex e T85+Iap61 (Tabela 10).

Tabela 10: Porcentagem geral da Fibra em Detergente Neutro (FDN; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	T85 Ex (%)	T85+IPREs (%)	T85+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	55,10 bA	57,62 aA	56,15 abA	56,29 a
	SI	55,99 abA	56,49 aA	54,57 bB	55,68 a
Ano 2	CI	53,92 bB	57,44 aA	57,13 aB	56,16 b
	SI	60,75 aA	57,46 bA	58,97 abA	59,06 a
Média		56,44 a	57,25 a	56,70 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Em comparação a este estudo, os valores de FDN relatados por ANDRADE *et al.* (2018), GOMES *et al.* (2017, 2018), SANCHES *et al.* (2015a, 2015b, 2016, 2018 e 2023), SIMONETTI *et al.* (2016) e RODRIGUES *et al.* (2023) apresentaram incrementos de aproximadamente 10% para tratamentos irrigados e não irrigados, sem que a irrigação tenha influenciado significativamente os resultados obtidos. Os valores de FDN observados no presente estudo corroboram os resultados encontrados por REZENDE *et al.* (2015), DANTAS *et al.* (2016) e ALONSO e COSTA (2017).

As forrageiras diferem em composição química conforme a espécie, o estágio de maturidade e as condições climáticas, fatores que influenciam diretamente o teor e as características da FDN (OLIVEIRA *et al.*, 2011). A ausência de efeito da irrigação sobre essa variável pode estar associada à competição entre os processos de digestão e passagem no ambiente ruminal (VAN SOEST, 1994). Em geral, o aumento do teor de FDN na dieta reduz a digestão da fração potencialmente degradável da matéria seca; entretanto, a retenção seletiva ruminal tende a elevar-se nesses casos, funcionando como um mecanismo de compensação que favorece a digestão da FDN (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O manejo do pastejo é determinante nesse processo, pois define a estrutura do dossel e, conseqüentemente, os teores de FDN. Intervalos mais longos entre desfolhas favorecem o alongamento de colmos e o acúmulo de parede celular, elevando a concentração de FDN e limitando o consumo animal pelo efeito físico de enchimento ruminal (DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; VAN SOEST, 1994). Em contrapartida, estratégias que mantêm a forrageira em estádios vegetativos - como cortes ou pastejos mais frequentes - resultam em menor FDN, maior relação folha/colmo (RFC) e melhor digestibilidade (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SANTOS *et al.*, 1999).

Embora a produção de matéria seca (MS) tenda a aumentar com a maturidade, esse incremento geralmente vem acompanhado da elevação do teor de FDN, indicando que maior acúmulo de forragem nem sempre implica melhor qualidade (DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Assim, a análise conjunta da MS e da RFC é essencial para interpretar corretamente o equilíbrio entre quantidade e qualidade. Forragens com alta RFC apresentam menor FDN e maior digestibilidade, enquanto aquelas com baixa RFC possuem maior proporção de colmos e menor eficiência de utilização pelos animais (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Portanto, o manejo deve priorizar o equilíbrio entre produção de MS e qualidade nutricional, de modo a maximizar tanto a oferta quanto o aproveitamento da forragem pelos ruminantes (DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008).

3.3.7 Fibra em detergente ácido

Seguindo o mesmo padrão da fibra em detergente neutro (FDN), os valores da fibra em detergente ácido (FDA) não foram influenciados pelo uso da irrigação, com teores médios de 36,43%, 36,18% e 36,14% para os tratamentos T85 Ex, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Nos tratamentos irrigados, não foi observado efeito significativo nos teores de FDA para T85 Ex, T85+IPREs e T85+Iap61. Embora não tenha havido diferença

significativa entre parcelas com e sem sobressemeadura, os maiores valores percentuais de FDA foram encontrados no segundo ano, com 36,85%, 36,46% e 36,42% para T85 Ex, T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Nas parcelas irrigadas, a maior porcentagem de FDA foi obtida na parcela sem sobressemeadura no segundo ano, com 37,09%, representando um incremento de 2,12% em relação ao valor de 36,32% encontrado para T85 Ex no primeiro ano.

Nas parcelas não irrigadas, não houve diferença significativa entre as três áreas (T85 Ex, T85+IPREs e T85+Iap61), apresentando uma média de 36,86% para o tratamento T85+Iap61, em comparação ao menor valor de 34,78% observado no tratamento T85 Ex, correspondendo a um aumento de 2,08%. As maiores porcentagens encontradas nos tratamentos irrigados foram de 37,09% e 36,78%, e nas parcelas não irrigadas foram 36,86% e 36,61% para T85+Iap61 e T85 Ex, respectivamente, sem diferença significativa entre eles (Tabela 11).

Tabela 11: Porcentagem geral da Fibra em Detergente Ácido (FDA; %) sobressemeadas com aveias durante o período experimental no ano 1 (15 de maio a 10 de novembro de 2022) e no ano 2 (15 de maio a 10 de novembro de 2023). Dourados/MS, Brasil.

Ano	(I)	T85 Ex (%)	T85+IPREs (%)	T85+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	34,97 aA	35,78 aA	35,58 aA	35,45 a
	SI	34,78 aA	36,06 aA	36,16 aA	35,67 a
Ano 2	CI	37,09 aA	36,78 aA	35,98 aA	36,61 a
	SI	36,61 aA	36,08 aA	36,86 aA	36,51 a
Média		35,86 a	36,18 a	36,14 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de FDA é um fator importante na avaliação da digestibilidade do alimento, pois, à medida que os teores de FDA na forragem aumentam, diminui a digestibilidade da matéria seca (VIÇOSI *et al.*, 2020). Forragens com teores de FDA em torno de 30% (nível ideal para um bom consumo animal) não apresentam comprometimento da digestibilidade e, em geral, são consumidas em altos níveis. Por outro lado, teores de FDA acima de 40% resultam em baixa digestibilidade do pasto e reduzem o consumo pelos animais (ALONSO e COSTA, 2017; REZENDE *et al.*, 2015). Isso ocorre porque a FDA é composta por constituintes da FDN, principalmente celulose e lignina.

Neste estudo, observou-se uma média de valores entre 36,03% e 36,09% para FDA nos tratamentos avaliados, sem diferença significativa entre eles. Os valores de FDA encontrados estão superiores aos relatados na literatura por GOMES *et al.* (2018) e SANCHES *et al.* (2015a, 2015b, 2018). SANCHES *et al.* (2016, 2023) encontraram valores de FDA semelhantes aos resultados deste trabalho. Já REZENDE *et al.* (2015) relatou valores

superiores, da ordem de 48,30% para o capim Tifton 85 e 43,42% para o capim Jiggs. SIMONETTI *et al.* (2016) registrou um valor de FDA de 34,9%, próximo aos resultados deste estudo, enquanto BULEGON *et al.* (2013) apresentou valores maiores, na faixa de 41,92%, superiores aos obtidos aqui.

A variação da fibra em detergente ácido (FDA) entre anos e níveis de irrigação reflete a interação entre fatores fisiológicos, climáticos e de manejo. A disponibilidade hídrica e a senescência foliar influenciam a lignificação dos tecidos, enquanto diferenças climáticas entre anos afetam a taxa de crescimento e a maturação da planta (GERON *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Práticas como altura de corte e sobressemeadura também alteram a proporção de folhas e colmos, impactando os teores de FDA (SBRISIA e DA SILVA, 2008; CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Assim, a FDA resulta da combinação de ambiente, fisiologia vegetal e manejo adotado (ALVES *et al.*, 2021; GERON *et al.*, 2014).

3.3.8 Digestibilidade *In Vitro*

O percentual de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms) não foi afetado pelas forrageiras ($p > 0,05$). Exceto no 1º ano com irrigação, a sobressemeadura com aveia incrementou a digestibilidade, apresentando médias gerais de 65,48% e 64,90% para os tratamentos T85+IPREs e T85+Iap61, respectivamente. Houve diferença significativa na digestibilidade entre os anos de avaliação, com valores de 65,34% e 62,86% para o primeiro e segundo ano, respectivamente. As maiores digestibilidades foram observadas no primeiro ano no tratamento T85+IPREs, com 65,42% e 65,27% para os sistemas com irrigação (CI) e sem irrigação (SI), respectivamente, resultado das melhores condições climáticas que favoreceram o desenvolvimento da planta e a qualidade da forragem nesse período.

Esse efeito pode ser observado também nas taxas de acúmulo de forragem, que foram de 21,94 Mg ha⁻¹ e 24,00 Mg ha⁻¹, bem como na inferioridade da relação folha/colmo (RFC), que foi de 2,15 e 2,55 para os anos 1 e 2, respectivamente. Os menores valores de digestibilidade, 59,12% e 61,29%, foram obtidos no segundo ano, associados a RFCs maiores, de 3,07 e 3,68, respectivamente. Esses resultados podem ser explicados pela paralisação do crescimento dos capins tropicais sob condições desfavoráveis de temperatura. Sem depender da irrigação e da sobressemeadura, as maiores percentagens de DIVms foram observadas no tratamento T85+IPREs, com 66,27% e 65,40% nos anos 1 e 2, respectivamente. Já os valores mais baixos foram de 60,21% e 63,66% para os tratamentos sem sobressemeadura nos anos 1 e 2, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12: Porcentagem geral da Digestibilidade *in vitro* (DIV; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	T85 Ex (%)	T85+IPREs (%)	T85+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	64,28 aA	66,07 aA	65,92 aA	65,42 a
	SI	63,03 bA	66,47 aA	66,29 aA	65,27 a
Ano 2	CI	59,12 bA	64,53 aA	64,08 aA	62,58 a
	SI	61,29 bA	64,85 aA	63,31 abA	63,15 a
Média		61,93 b	65,48 a	64,90 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; T85 Ex: Tifton 85 exclusivo; T85+IPREs: Tifton 85 + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda; T85+Iap61: Tifton 85 + *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Constata-se que as parcelas sem sobressemeadura apresentaram as menores percentagens de DIVms, independentemente da irrigação. Nos tratamentos irrigados, o maior valor obtido foi de 66,07% para o tratamento T85+IPREs, percentual encontrado exclusivamente na aveia, enquanto o menor valor foi de 59,12% para o tratamento T85 Ex, no segundo ano e sem sobressemeadura. Nas parcelas não irrigadas, o maior valor registrado foi 66,47% para o tratamento T85+IPREs, e o menor percentual foi 61,29% para o tratamento T85 Ex sem sobressemeadura, respectivamente para os anos 2 e 1 de experimentação. Comparando os tratamentos irrigados e não irrigados, a menor percentagem ocorreu no ano 2, com 59,12% no tratamento T85 Ex sem sobressemeadura, enquanto a maior percentagem foi de 66,47% no tratamento T85+IPREs, representando uma diferença percentual de 7,35%.

SANCHES *et al.* (2015b) encontrou valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca na ordem de 78,1% para parcelas irrigadas e 75,8% para parcelas não irrigadas. Por outro lado, SANCHES *et al.* (2016) relatou valores ainda maiores, na faixa de 81% para capins irrigados e 78,1% para não irrigados, indicando que a irrigação potencializou a digestibilidade. Estudos realizados por GOMES *et al.* (2018) e RODRIGUES *et al.* (2023) também verificaram que a irrigação promoveu maior digestibilidade na produção de forragens, com diferença aproximada de 4% em relação às forragens não irrigadas. RODRIGUES *et al.* (2023) discutiu que a digestibilidade *in vitro* foi menor nas estações chuvosas, quando as condições climáticas favorecem o crescimento da planta. BARBERO *et al.* (2021) e REZENDE *et al.* (2015) apresentaram valores inferiores aos deste estudo, com 51,27% para o Tifton 85 e 55,07% para o capim Jiggs (*Cynodon dactylon*).

O teor de matéria seca da planta forrageira é determinado pelo seu estágio fisiológico, em interação com as condições ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Quanto maior a relação folha/colmo, maior o valor nutricional da forragem, uma vez que as folhas são ricas em proteína bruta e pobres em fibras, sendo mais digestíveis que outras partes da planta; assim, o aumento

da proporção de folhas reduz a FDN e eleva a digestibilidade da matéria seca (DIVms) (VAN SOEST, 1994; VELOSO *et al.*, 2021).

A irrigação influencia positivamente a digestibilidade da forragem ao promover efeitos fisiológicos e bioquímicos sobre o desenvolvimento da planta. A disponibilidade hídrica adequada reduz o estresse, retardando a lignificação precoce e a deposição de fibras estruturais, o que resulta em tecidos mais jovens e de maior valor nutritivo (GERON *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, a irrigação favorece o alongamento foliar, aumentando a proporção de lâminas em relação aos colmos, e potencializa a assimilação de nitrogênio, elevando o teor de proteína bruta e a atividade enzimática, o que melhora a eficiência da fermentação ruminal (CARVALHO *et al.*, 2017; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; ALVES *et al.*, 2021; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Dessa forma, a irrigação mantém o dossel em condições fisiológicas mais juvenis, com maior concentração de compostos solúveis e menor acúmulo de fibras recalcitrantes, promovendo incremento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

3.4 Conclusão

A irrigação proporcionou incremento médio de 77,97% na PTMS, aumentando a produção de 11,01 para 19,60 Mg ha⁻¹. As sobressemeaduras de aveias (IPR Esmeralda e Iapar 61) apresentaram produtividade superior ao Tifton 85 exclusivo.

A irrigação reduziu a senescência foliar e o acúmulo de material de baixo valor nutritivo, enquanto a sobressemeadura, especialmente com a Iapar 61., apresentou maiores percentuais de senescência.

O teor de proteína bruta foi favorecido pela combinação irrigação + sobressemeadura, com incrementos médios de 20,32% em relação ao Tifton exclusivo, mantendo-se acima de 16% nas melhores combinações, proporcionando aumentos médios de aproximadamente 2,8% no percentual de PB.

A irrigação e a sobressemeadura não alteraram significativamente os teores de FDN e FDA, que permaneceram em faixas aceitáveis para o consumo animal.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca apresentou maior variação anual do que efeito de irrigação, sendo favorecida pela sobressemeadura, especialmente com *Avena sativa* L cv. IPR Esmeralda.

3.5 Referências Bibliográficas

- ALONSO, R. A. & COSTA, L. V. C. da. (2017). Caracteres agronômicos de *B. Brizantha* cv. Xaraés (Mg-5), sob diferentes doses de biofertilizante de dejetos de bovino leiteiro. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*. v. 11, n. 4, p. 400-411, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, W. M.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G. S.; FERNANDES, P. B. (2021). Irrigação e adubação nitrogenada na produtividade e composição química de gramíneas tropicais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 5, p. 2561–2574, 2021.
- AMARAL, F. S.; SILVA, J. R.; OLIVEIRA, P. R. (2025). Irrigação por gotejamento em gramíneas tropicais: efeitos sobre crescimento, perfilhamento e rebrota. Jaboticabal: UNESP, 2025.
- AMARAL, G. A.; LIMA, F. M.; SILVA, R. G. (2025). Desempenho produtivo de gramíneas tropicais sob diferentes lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 29, n. 1, p. 45–52, 2025.
- AMARAL, M. A. C. M. (2019). Desempenho produtivo de *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 sob diferentes condições de manejo da irrigação. *Revista GEAMA*, v. 5, n. 2, p. 30-37, 2019.
- ANDRADE, W. R. et al. (2018). Hay Tifton 85 grass under nitrogen doses in different days of regrowth. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40: e37692, 2018.
- BARBERO, R. P. et al. (2021). Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. *Ciência Animal Brasileira*, 22: e-69609, 2021.
- BETHA, T. V. D., & TRAVI, M. R. L. (2021). Produtividade e qualidade da pastagem de azevém (*Lolium multiflorum lam*) sob uso de regulador de crescimento vegetal. *anais da agronomia*, 142–165, 2021/2.
- BOSS, L., ARBOITTE, M. Z., THUROW, J. M., CERDOTES, L., OLIVEIRA, F. DE, e ANASTÁCIO, M. D. (2021). Proteína bruta de forrageiras tropicais no inverno antes e após ocorrência de geada na região do extremo Sul Catarinense. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. (2), p. 14011–14022, 2021.
- BOURSCHEIDT, M. L. B. Et al. (2023). Highlighting the benefits of biological nitrogen fixation on agronomic, physiological, and nutritive value traits of *Brachiaria* grass. *European Journal of Agronomy*. v. 143, 126730, 2023.
- BULEGON, L. G. et al. (2013). Características produtivas, estruturais e nutritivas de gramíneas tropicais sob pastejo. *Colloquium Agrariae*, v. 9, n. 2, p. 01-15, Jul-Dez. 2013.

CANTO, M. W.; SCHEFFER-BASSO, S. M. (2018). Sobressemeadura de aveia em pastagens de gramíneas perenes: efeitos na produção e qualidade da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, e20170321, 2018.

CARNEVALLI, R. A. et al. (2001). Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon*) sob lotação contínua. *Seicutia Agrícola*, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.

CARVALHO, A. J. de et al. (2024). Coeficiente de cultura, produção de matéria seca e eficiência do uso da água em capim Tifton 85 no Semiárido Mineiro. *Revista caderno pedagógico Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba*, v. 21, n. 6, p. 01-22, 2024.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; et al. (2017). Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastagens irrigadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 6, p. 489–499, 2017.

CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; MESQUITA, E. E.; ZAMBOM, M. A. (2012). Use of a conditioning unit at the haymaking of Tifton 85 overseeded with *Avena sativa* or *Lolium multiflorum*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 1353- 1359, 2012.

CAVAZZANA, J. F. et al. (2023). Beef steer performance on African Bermuda grass pasture overseeded with black oat and annual ryegrass: effects of added irrigation and temperate legumes. *Agronomy for Sustainable Development* 43:9 (2023).

COSTA, N. de L. et al., (2021). Forage productivity and chemical composition of *Panicum maximum* cv. Mombaça under defoliations intensities and frequencies. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e42910817494, 2021.

COUTINHO, M. J. F. et al. (2020). Crescimento e produção do capim massai sob déficit hídrico. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 35690-35700, jun. 2020.

CRUZ, N. T. et al. (2021). Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, e5410716180, 2021.

CUNHA, J. P. B. et al. (2024). Viabilidade técnico-econômica da mecanização na produção do Tifton 85 na região da Baixada Fluminense. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 17(1), 2483–2497, 2024.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: morfogênese e ecofisiologia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl. esp., p. 121–138, 2007.

DANTAS, G. de F. et al. (2016). Produtividade e qualidade da *Brachiaria* irrigada no outono/inverno. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v. 36, n. 3, p. 469-481, maio/jun. 2016.

DETMANN, E. et al. (2021). Métodos para Análise de Alimentos. (INCT-CA). 2ª Edição, 350 p. 2021.

DIALLO, M. C. A. et al. (2023). Características produtivas de capins tropicais com e sem irrigação. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 16, n. 11, p. 27882-27896, 2023.

DIAS-FILHO, M. B., & LOPES, M. J. dos S. (2021). Fertilidade do solo em pastagem como construir e monitorar. Documentos (Embrapa Amazônia Oriental), 1 – 460, 2021.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E. (2022). Relationships of warm-season grass morphology and canopy structure with forage quality. *Crop Science*, v. 62, p. 221–234, 2022.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES N. N. (2014). Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Ceres*. v. 61, p. 808-818, 2014.

FARIAS FILHO, J. A. et al. (2018). Produção e qualidade de pastagens de Tifton 85 sobressemeadas com aveia preta: efeitos da irrigação e adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 39, n. 5, p. 2071-2080, 2018.

FERNANDES, J. S. P., LUNA, A. A., CARVALHO, F. C. de, DUTRA, L. A., RAMALHO, R. C., FERNANDES, J. A. B. (2017). Características estruturais do capim-Aruana em quatro alturas de resíduos. *Revista Científica de Produção Animal*, v. 19, n. (2), p. 71–81, 2017.

FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; MONTEIRO, F. A.; MONTES, C. R.; ALMEIDA, V. V. D.; HERPIN, U. (2007). Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 Bermuda-grass. *Agricultural Water Management*, v. 87, p. 328-336, 2007.

GARCEZ, K. F., SCHNEIDER, C. R., BRAGANÇA, L. F., FERNANDES, T., NERES, M. A., KROLOW, R. H., DE AZEVEDO, E. B., CASTAGNARA, D. D. (2023). Adição de farelos de milho, soja e arroz melhoram a conservação e valor nutricional de silagens de Tifton 85. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 6, n. (2), p. 1773–1790, 2023.

GENRO, T. C. M. & SILVEIRA, M. C. T. de. (2018). Uso da altura para ajuste de carga em pastagens. comunicado técnico. Bagé, RS, p. 1-17 Dezembro, 2018.

GERON, L. J. V.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; CASALI, A. O.; ABREU, J. G. (2014). Produção e composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais irrigadas ou não e adubadas com nitrogênio nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 1, p. 42–50, 2014.

GOMES, E. P. et al. (2015a). Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 19, n. 4, p. 317–323, 2015a.

GOMES, E. P. et al. (2017). Productivity and nutritional quality of *Urochloa Brizantha* cv. BRS Piatã grass fertirrigated with swine wastewater in different seasons of the year. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 10, p. 1366 - 1373, 2017.

GOMES, E. P. et al. (2018). Application of swine wastewater for irrigation of Tifton 85 grass: Part I - productivity and nutritional quality. *Australian Journal of Crop Science* v. 12, n. 03, p. 486-495, 2018.

GOMIDE, M. A. C., GOMIDE, J. A., ALEXANDRINO, E. (2007). Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a períodos de descanso. In *Pesq. agropec. bras* (Issue 10).

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International, p. 3–36, 1996.

LIMA, M. D. de et al. (2023). Desenvolvimento produtivo do Tifton 85 irrigado e não irrigado. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v.16, n.10, p. 23855-23870, 2023.

MARIANO, G. V. P. et al. (2019). Área foliar específica e teor de água para diferentes componentes foliares em espécies de Cerrado. *ACSA*, Patos-PB, v. 15, n. 3, p. 179-183, 2019.

MEDEIROS, E. P., ROBAINA, A. D., PEITER, M. X., CONCEIÇÃO, C. G. DA, PARIZI, A. R. C., DONATO, F. F., KAYSER, L. P., GLASENAPP, S. (2024). Produção, proteína bruta e eficiência do uso da água em tifton irrigado. *Observatório de la economía latino-americana*, v. 22, n. 8, e6306, 2024.

MOCHEL FILHO, W. D. J. et al. (2016). Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 39, n. 1, p. 81 - 88, 2016.

MOREIRA, A. L.; REIS, A. R.; SIMILI, F. F.; PEDREIRA, M. S.; CONTATO, E. D.; RUGGIERI, A. C. (2006). Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim Tifton 85: produção e composição botânica. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 739-745, 2006.

NASCIMENTO, D. et al. (2019). Produtividade de capim Paiaguás sob doses de nitrogênio e cortes. *PUBVET*, v. 13, n. 5, p. 1- 15, 2019.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T., OLIVEIRA, P. S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. D. A. (2011). Production of Tifton 85 hay

overseeded with white oats or ryegrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 1638-1644, 2011.

NOGUEIRA, S. F.; PEREIRA, B. F. F.; GOMES, T. M.; DE PAULA, A. M.; DOS SANTOS, J. A.; MONTES, C. R. (2013). Treated sewage effluent: Agronomical and economical aspects on Bermuda grass production. *Agricultural Water Management*, v. 116, p. 151-159, 2013.

NUNEZ, J.; AREVALO, A.; KAKRWAT, H. et al. (2018). Biological nitrification inhibition activity in a soil-grown biparental population of the forage grass, *Brachiaria humidicola*. *Plant and Soil*, v. 426, p. 401-411, 2018.

OLIVEIRA, A. R. F. et al. (2017). Produtividade, composição morfológica e químico bromatológica do capim Marandu consorciado com sorgo forrageiro para renovação de pastagem degradada no cerrado. *Revista de Ciências Agronômicas*, v. 26, n. 1, p. 69-81, 2017.

OLIVEIRA, A. S. de. et al. (2011). Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 7, p. 1587-1595, 2011.

OLIVEIRA, D. E; MANELA, M. Q; GAMA, M. A. S. (2001). Associações de ingredientes e efetividade de fibra. Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

OLIVO, C. J.; MEINERZ, G. R.; AGNOLIN, C. A.; STEINWANDTER, E.; ZIECH, M. F.; SKONIESKI, F. R. (2010). Produção de forragem e carga animal de pastagens de *Coastcross* sobressemeadas com forrageiras de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 68-73, 2010.

PAIVA, H. S. et al. (2023). Recommended fertilization and timing of nitrogen fertilization influences the morphogenesis, structural characteristics, and production efficiency of Mombaça grass. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 45, e 60704, 2023.

PEQUENO, D. N. L. et al. (2015). Forage Accumulation and Nutritive Value of *Brachiaria* grasses and Tifton 85 Bermudagrass as Affected by Harvest Frequency and Irrigation. *Agronomy Journal*. v. 107, n. 5, 2015

REIS, A. L.; PEREIRA, M. G.; SOUZA, D. R. Estresse hídrico em plantas forrageiras: mecanismos fisiológicos e impactos na qualidade da forragem. DOAJ, 2020.

REIS, M. M., SANTOS, L. D. T., OLIVEIRA, F. G., SANTOS, M. V. (2017). Irrigação de pastagens tropicais: desafios e perspectivas Irrigation. *Revista Unimontes Científica*, Montes Claros, v. 19, n. (1), p. 178–190, 2017.

REIS, R. A.; NERES, M. A.; MONÇÃO, F. P. (2020). Qualidade de forragens tropicais e seus efeitos sobre o desempenho animal. *Ciência Animal Brasileira*, v. 21, e-51571, 2020.

REZENDE, A. V. et al. (2015). Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

REZENDE, C. de P. et al. (2021). Desempenho de novilhas em pastagens formadas pelos capins Tifton 85, Xaraés e Mombaça, sob lotação rotativa. *Agrotrópica* v. 33, n. 3, p. 197 - 204. 2021.

ROCHA, M. G. D.; PEREIRA, L. E. T.; SCARAVELLI, L. F. B.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; ZIECH, M. F. (2007). Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 7-15, 2007.

RODRIGUES, J. G. et al. (2023). Forage Accumulation and Nutritional Characteristics of Brachiaria Cultivars Grown in a Semi-arid Environment. *Tropical Animal Science Journal* 46(1):85-96, 2023.

SANCHES, A. C. et al. (2015). Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 19, n. 2, p. 126–133, 2015.

SANCHES, A. C. et al. (2016). Produtividade, composição botânica e valor nutricional do Tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. *Irriga: Grandes Culturas*, p. 221-232, 2016.

SANCHES, A. C. et al. (2017b). Productivity and nutritive value of Tifton 85 in summer, with and without irrigation under different nitrogen doses. *Engenharia Agrícola*, v. 37, n. 2, p. 246-256, 2017b.

SANCHES, A. C. et al. (2018). Irrigation and swine slurry application of Tifton 85 grass: production and nutritional quality. IV INOVAGRI International Meeting, 2018.

SANCHES, A. C. et al. (2023). Sazonalidade da produção do capim-bermuda “Tifton 85” ao longo do ano com e sem irrigação em diferentes doses nitrogenadas no sul do Brasil. *Arabian Journal of Geosciences*. 16, p. 336, (2023).

SANCHES, A. C., GOMES, E. P., RICKLI, M. E., FASOLIN, J. P., SOARES, M. R. C., GOES, R. H. T. B. De. (2015b). Productivity and nutritive value of Tifton 85 grass irrigated and overseeding with oats. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. (2), 126–133, 2015b.

SANTOS, H. G. DOS, JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C. DOS, OLIVEIRA, V. Á. DE, LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A. de, ARAÚJO FILHO, J. C. de, OLIVEIRA, J. B. de, FERREIRA CUNHA, T. J. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. In Embrapa Solos, Brasília, *DF*, 2018.

SANTOS, L. F.; ALMEIDA, R. A.; COSTA, E. V. (2021). Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and structural characteristics of tropical C4 grasses. Jaboticabal: UNESP, 2021.

SANTOS, M. E. R. et al. (2011). Características morfogênicas e estruturais de perfilho de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 3, p. 535-542, 2011.

SANTOS, P. M. dos. et al. (2021). Recommendations of fertilization and defoliation of Mombaça grass to carajás - Pará region: efficiency and effects on soil. *Revista Agri-Environmental Sciences*, Palmas-TO, v. 7, e021011, 2021.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. (1999). Efeito da idade do perfilho e da estação do ano sobre a digestibilidade e a composição química do capim-Tifton 85. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 5, p. 887–893, 1999.

SANTOS, P. M.; COSTA, N. L.; MARTUSCELLO, J. A. (2021). Fisiologia e manejo de plantas forrageiras sob déficit hídrico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, e20200121, 2021.

SBRISSIA, A. F. & BARRETA, D. A.; (2022). O manejo do pastejo para produção animal intensiva em ambientes pastoris. 11 Simpósio Brasil Sul de Bovinocultura de Leite. At: Chapecó, BR. Novembro 2022.

SBRISSIA, A. F. et al. (2018). Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. *Crop Science*, v. 58, n. (2), 945–954, 2018.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. (2008). Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-Marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 35–47, 2008.

SCHMIDT, F. (2021). Produção de forrageiras anuais de inverno implantadas sob dois métodos de estabelecimento em pastagem de Tifton 85. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 4908-4917 out./dez.. 2021.

SÉRVULO, A. C. O. et al. (2024). Reusing livestock farming wastewater for Tifton 85 irrigation: productivity, morphological, and bromatological indicators. *Rev. Ambient. Água Taubaté*. v. 19, e2954, 2024.

SILVA, C. A. et al. (2018). Produção de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em função do uso de gesso e doses de nitrogênio. *Colloquium Agrariae*, vol. 14, n. Especial, Jul–Dez, 2018, p. 33-38, 2018.

SILVA, P. H. A. et al. (2024). Qualidade física em latossolo compactado e sua relação com sistema radicular e biomassa de forrageiras. *Revista caderno pedagógico – Studies Publicações e Editora Ltda.*, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 01-26. 2024.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: morfogênese e Ecofisiologia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl. esp., p. 121–138, 2007.

SILVA, T. E. et al. (2017). Comparação de métodos in vitro para a quantificação da digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro de forragens e concentrados. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 69, n. 6, p. 1635-1644, 2017

SILVA, V. J. et al. (2015). Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated Tifton 85, Jiggs and Vaquero Bermuda-grasses in response to harvest frequency. *Crop Science*, 55, p. 2886-2894, 2015.

SIMONETTI, A. et al. (2016). Produtividade de capim Mombaça (*Panicum maximum*), com diferentes doses de biofertilizante. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* v. 10(1): 107-115, 2016.

SOUSA, B. M. L.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. (2020). Crescimento e senescência de folhas de gramíneas forrageiras sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, e20180210, 2020.

SOUZA, D. P. et al. (2017a) Parâmetros fitotécnicos de pastagem irrigada (*Urochloa Brizantha* cv. Marandu) em diferentes ciclos de cultivo. *Anais [...] IV INOVAGRI*, p. 1-12, 2017a.

SOUZA, E. de et al. (2021). Water deficit tolerance in genotypes of *Urochloa* spp. *Revista de Ciências Agrárias*, 2021, v. 44, n. (2-3), p. 127-136, 2021.

SOUZA, J. P. et al. (2020). Características morfogênicas, estruturais e agronômicas de gramíneas tropicais: uma revisão. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n. 8, p. 1 - 20, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TAVARES, L. G. R. et al. (2021). Produtividade de forragem de genótipos de *Cynodon* e *digitaria* na região sul do Brasil. *Anais [...] XXX congresso de iniciação científica, UFPEL: Pelotas*, 4p, 2021.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O. BARRETO, A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, D. J.; GLÓRIA, J. R. (2013). Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, p. 1447-1453, 2013.

TOLEDO, C. E.; MOURA, G. V. de A.; NOGUEIRA, J. C. M. (2023). Influência da adubação nitrogenada na produção de capim Tifton 85 no centro-oeste brasileiro. *Revista Mirante, Anápolis (GO)*, v. 16, n. 1, p. 345-354, jun. 2023.

UNESP. Efeito da sobressemeadura de forrageiras de inverno em pasto de capim-Tifton 85 na disponibilidade de massa seca e composição botânica. *Agris FAO*, 2019.

VAN SOEST, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELOSO, M. C. A. S. et al. (2021). Effect of grazing management strategies on the yield and nutritional value of Marandu grass in the semiarid of Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, v. 4, pág. 2503-2522, jul./ago. 2021.

VIÇOSI, K. A. et al. (2018). Comportamento do capim Tifton 85 adubado com diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados. *Anais [...] XXIX semana de agronomia, UFES: Alegre*, 5p. 2018.

VIÇOSI, K. A., DE AMORIM, N. B., BRITO, M. A. D. S., PELÁ, A. (2020). Características bromatológicas e produtividade do capim tifton 85 submetido a fontes de adubos nitrogenados. *Cultura Agronômica, Ilha Solteira*, v. 29, n. (1), 106-117, 2020.

VIEIRA, A. da S. et al. (2019). Efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento vegetativo da *Brachiaria brizantha* cv. Mg-5. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, v. 11, n. 3, especial, 2019.

4 CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E BROMATOLÓGICAS DE CAPIM MG-5 SOB IRRIGAÇÃO E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA

RESUMO

A irrigação das pastagens pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade e a produtividade dos pastos em clima tropical; entretanto, seus benefícios a longo prazo ainda são pouco estudados. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar as características produtivas e morfológicas do capim Mg-5, sobressemeado com IPR Esmeralda e Iapar 61, submetido ou não à irrigação durante dois ciclos experimentais nos anos de 2022 e 2023, de 15 de maio a 10 de novembro, na área de Pesquisa em Irrigação da UFGD. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com parcelas irrigadas (CI) e não irrigadas (SI). Cada parcela foi formada pelo capim Mg-5 Ex sobressemeado com Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, com quatro repetições, totalizando 24 coletas. Foram avaliadas características morfológicas e nutricionais. A irrigação proporcionou padrões de respostas diferentes na relação folha/colmo e na porcentagem de material senescente. Observou-se aumento da produção total de massa seca (PTMS), com produtividade média de 16,50 Mg ha⁻¹ e 11,41 Mg ha⁻¹ para os tratamentos CI e SI, respectivamente. A maior produção entre os tratamentos avaliados ocorreu na combinação Mg5+Iap61, com valores médios de matéria seca de 21,23 Mg ha⁻¹. O estudo indicou decréscimo na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação em pastagens, apresentando 6,05% e 6,42% para CI e SI, respectivamente. As maiores relações folha/colmo (RFC) foram observadas no segundo ano de avaliação, com 5,37, contra 2,33 no primeiro ano. Os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* (DIV) não apresentaram variações significativas em função do sistema de irrigação, porém houve diferença de 2,46 pontos percentuais entre as áreas com e sem sobressemeadura nas aveias. A integração entre manejo hídrico, sobressemeadura otimizou a produção e a qualidade nutricional do capim Mg-5 em sistemas de pastejo intensivo, garantindo maior eficiência produtiva e sustentabilidade.

4.1 Introdução

O gênero *Urochloa brizantha* (UB) cv. Mg-5 (anteriormente classificado como *Brachiaria brizantha*) desempenha papel fundamental na produção pecuária, destacando-se como uma das principais gramíneas forrageiras utilizadas em sistemas de produção animal em regiões tropicais (BEZERRA *et al.*, 2020). Seu sucesso agrônomo deve-se, em grande parte, à alta resistência e adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, permitindo seu desenvolvimento em solos de média a baixa fertilidade (COSTA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2019; BEZERRA *et al.*, 2020; NASCIMENTO *et al.*, 2019; ALONSO e COSTA, 2017). Entretanto, essa gramínea apresenta crescimento decumbente e forma touceiras, características que influenciam diretamente sua capacidade de rebrota e persistência no pasto (VALLE *et al.*, 2009). Além disso, *Urochloa brizantha* é reconhecida por sua elevada produção de biomassa e qualidade nutricional, tornando-se uma excelente opção para alimentação de ruminantes (JANK *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2019). A disseminação do gênero fora do habitat natural tem sido impulsionada por sua resistência a solos ácidos e de baixa fertilidade. No entanto, algumas espécies podem apresentar características invasivas, afetando ecossistemas nativos e exigindo estratégias de manejo adequadas (BARUCH e FERNANDEZ, 1993).

Dentre os cultivares do gênero, destacam-se Mg-5, Piatã e Marandu, os quais são demandados por suas características produtivas, adaptativas e de manejo (BARBEDO *et al.*,

2020; SILVA *et al.*, 2019). Outro aspecto relevante de *Urochloa brizantha* é sua influência na ciclagem de nutrientes e no manejo sustentável dos solos tropicais (BEZERRA *et al.*, 2020).

O valor nutritivo de uma planta forrageira é determinado pela interação entre sua composição bromatológica, digestibilidade e consumo voluntário, fatores essenciais para o desempenho dos animais em sistemas de produção pecuária. Esses parâmetros variam conforme o estágio de desenvolvimento da planta, as condições ambientais e a fertilidade do solo, tornando fundamental o conhecimento dessas variáveis para otimizar a utilização da forragem ao longo do ano (DETMANN *et al.*, 2012).

A época de colheita da forragem, seja por corte ou pastejo, deve estar alinhada ao estágio fisiológico da planta, pois afeta diretamente seu valor nutritivo (CRUZ *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019). À medida que a planta amadurece, ocorrem mudanças estruturais que impactam a qualidade da forragem, principalmente pelo aumento da relação haste/folha, reduzindo a digestibilidade (CRUZ *et al.*, 2021) e a disponibilidade de carboidratos solúveis. O acúmulo de lignina nas hastes e o menor teor de proteína bruta também contribuem para a queda na eficiência nutricional da forragem, comprometendo seu aproveitamento pelos animais (VAN SOEST, 1994).

Estudos indicam que a colheita de forrageiras em estágios mais avançados de maturação resulta em material com baixa proporção de carboidratos solúveis e menor digestibilidade, o que pode comprometer o desempenho dos ruminantes (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021). Esse fenômeno ocorre porque a maior proporção de tecidos estruturais reduz a fração de componentes potencialmente digestíveis, como proteínas e carboidratos não fibrosos, afetando o consumo voluntário e a eficiência de conversão alimentar.

Além disso, fatores como época do ano e fertilidade do solo desempenham papel importante na composição química e no valor nutricional da forragem. A sazonalidade afeta o crescimento das gramíneas tropicais, influenciando a concentração de nutrientes e a digestibilidade da planta ao longo das estações do ano (GOMIDE *et al.*, 2002; SANCHES *et al.*, 2015b; (VILELA *et al.*, 2011). A irrigação e a sobresemeadura promovem melhor desempenho produtivo e bromatológico do capim Mg-5, e compreender a relação entre estágio de desenvolvimento da planta, qualidade da forragem e estratégias de manejo é essencial para garantir o fornecimento adequado de alimento aos animais, otimizando a produção e a sustentabilidade dos sistemas forrageiros (BARBERO *et al.*, 2021; MOURA *et al.*, 2021).

O principal fator climático responsável pela sazonalidade na produção das forrageiras são as baixas temperaturas do inverno, que praticamente paralisam o crescimento das gramíneas tropicais (FERREIRA *et al.*, 2021). Dentre as alternativas de manejo dessas gramíneas, a

associação com outras espécies de inverno representa uma alternativa promissora (COSTA *et al.*, 2019). As pastagens tropicais podem ser sobressemeadas durante o período hibernar (outono/inverno) sem comprometer seu desempenho. Na sobressemeadura, o intervalo de corte devido ao diferente ciclo da espécie perene e da sobressemeada ainda não está bem definido, motivo pelo qual se adota o manejo por altura (REIS *et al.*, 2017; GENRO e SILVEIRA, 2018).

Diante do descrito, irrigação e a sobressemeadura promovem melhor desempenho da característica produtiva e bromatológica do capim Mg-5 durante o período de estacionalidade produtiva. Contudo, ainda são escassos os estudos avaliando essa associação em capim Mg-5. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar, ao longo de dois anos, as características produtivas, morfológicas e bromatológicas do capim Mg-5, com e sem irrigação, associado á sobressemeadura com a *Avena sativa L.* cv. IPR Esmeralda e a *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental do Centro de Estudos e Pesquisas Avançadas em Irrigação, vinculada à Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). O estudo ocorreu em dois períodos: de 15 de maio a 10 de novembro de 2022 (primeiro ano) e de 15 de maio a 10 de novembro de 2023 (segundo ano). A área experimental está localizada em Dourados/MS, nas coordenadas geográficas 22°11'53" de latitude sul e 54°56'20" de longitude oeste, com altitude de 463 metros.

4.2.2 Clima da região

O clima da região de Dourados foi classificado segundo Köppen como tropical Cwa (clima subtropical úmido), caracterizado por ser mesotérmico úmido, com verão quente e chuvoso (ALVARES *et al.*, 2013). No 1º ano, as precipitações anuais durante o período experimental totalizaram 514,3 mm, com o maior volume registrado em 18/08/2022 (77,0 mm). A temperatura média anual foi de 19,1°C e a média da umidade relativo do ar foi de 74,45 %. As menores temperaturas observadas foram 0,2°C, registradas em 20/05/2022 e 12/06/2022, enquanto a maior temperatura foi de 27,5°C (Figura 8). Já no 2º ano, as precipitações anuais somaram 523,5 mm, com o maior volume registrado em 08/10/2023 (63,9 mm). A temperatura média anual foi de 21,4°C e a média da umidade relativo do ar foi de 74,15 %. As menores

temperaturas foram 0,9°C, registrada em 15/07/2023, e a maior temperatura observada foi de 32,2°C (Figura 9).

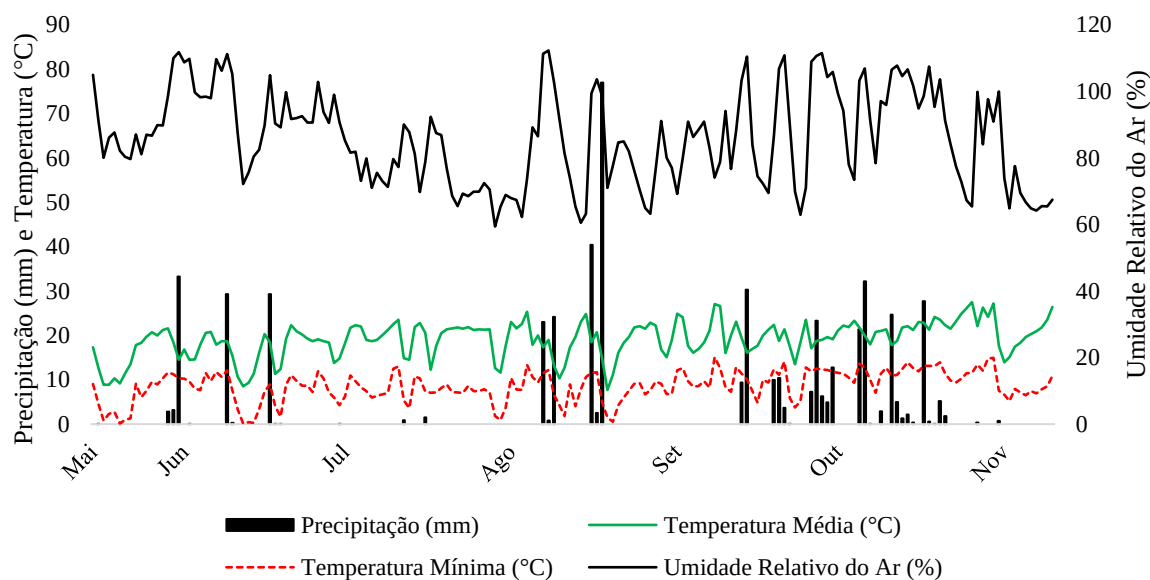


Figura 8: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS

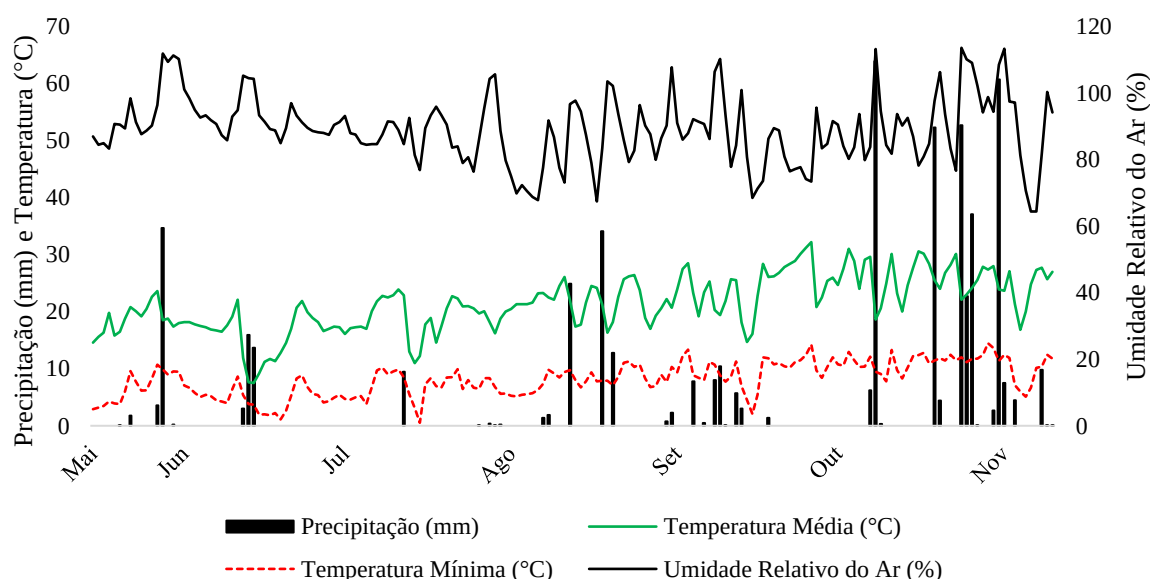


Figura 9: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS

Legenda: barras pretas representa os valores diários da pluviometria no ano. Linha preta representa os valores diários da umidade relativo do ar (%) no ano. Linha vermelho representa os valores diários da temperatura mínima (°C) no ano. Linha verde representa os valores diários da temperatura média (°C) no ano.

4.2.3 Caracterização do solo da área experimental

O solo da unidade experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (SANTOS et al., 2018). A análise química do solo, realizada nas profundidades de 0–0,20 m e 0,20–0,40 m, revelou uma textura composta por 68% de argila, 11% de silte e 21% de areia, conforme apresentado na Tabela 13. As amostras de solo foram coletadas nas datas de 23/05/2022 e 24/05/2023.

Tabela 13: Análise química do solo nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m

Anos	Camadas (m)	pH	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	V (%)	K	Ca	Mg	H+Al	Al
						cmolc dm ⁻³				
Ano 1	0,00 - 0,20	5,4	28,54	7,6	78,17	0,92	6,33	2,92	2,84	0,00
	0,20 - 0,40	5,1	19,41	4,7	78,54	0,83	5,27	2,21	2,27	0,00
Ano 2	0,00 - 0,20	5,0	24,85	8,4	62,92	0,48	6,37	2,94	5,77	0,00
	0,20 - 0,40	4,7	19,63	4,3	51,19	0,25	4,42	1,78	6,15	0,37

P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; M.O = matéria orgânica; V (%) = saturação de bases; Mg = magnésio; H+Al = acidez potencial; Al = alumínio trocável;

4.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com parcelas irrigadas e não irrigadas. Cada parcela foi composta pelo capim *Brachiaria brizantha* cv. Mg-5 exclusivo, sobressemeado com *Avena sativa* L. cv. IPR Esmeralda e *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61, com 4 repetições, totalizando 24 coletas (Tabela 15). As dimensões das subparcelas foram de 15 m × 7,5 m (112,5 m²) para as aveias e 15 m × 15 m (225 m²) para o capim Mg-5 exclusivo, totalizando 450 m² parcela⁻¹. Na parcela irrigada, foram instalados seis aspersores com 15 m de diâmetro de molhamento, dispostos em espaçamento de 15 m × 15 m (Figura 10).

Tabela 14: Esquema experimental (fatores e níveis)

Fator	Níveis	Variáveis
Irrigação	2	Com a Irrigação; Sem a Irrigação
Sobressemeadura	3	Mg-5 exclusivo; Mg-5 + IPR Esmeralda; Mg-5 + Iapar 61
Ano	2	Ano 1; Ano 2

Tabela 15: Esquema de análise de variâncias

Variáveis	GL
Bloco	3
Aveia	2
Ano	1
Aveia*Ano	2
Erro 1	15
Irrigação	1
Irrigação*Aveia	2
Irrigação*Ano	1
Irrigação*Aveia*Ano	2
Erro 2	18
Total	24

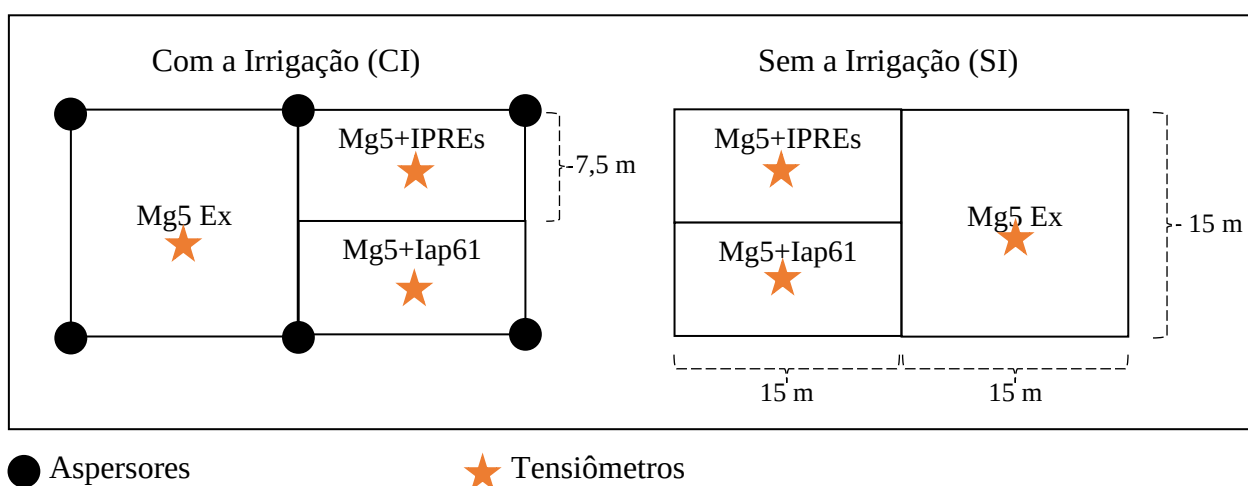


Figura 10: Croquis da área experimental

4.2.5 Manejo de irrigação

4.2.5.1 Determinação da lâmina de irrigação

O tempo de irrigação (T_i), em cada evento, foi determinado pela seguinte equação:

$$T_i = Li/Ia \quad (01)$$

Onde:

T_i = tempo de irrigação (h)

Li = lâmina de irrigação (mm)

Ia = intensidade de aplicação (igual a $2,14 \text{ mm h}^{-1}$)

A lâmina de irrigação foi determinada da seguinte forma:

$$Li = ETo.Kc.Tr \quad (02)$$

Onde:

ET_o = evapotranspiração histórica de referência (mm)

K_c = coeficiente de cultura (adimensional)

Tr = turno de rega (dias)

Como no capim é comum considerar $K_c = 1$ e, como, a irrigação foi diária (exceto em umidade superior a 24%), ou seja, Tr também igual 1, pode-se simplificar a equação 02 da seguinte forma:

$$Li = ET_o \quad (03)$$

4.2.5.2 Manejo e monitoramento da umidade do solo

O manejo da irrigação foi realizado diariamente, com a lâmina d'água definida em função da evapotranspiração histórica registrada em cada mês, utilizando aspersores de baixa vazão instalados no espaçamento de 15 m $\times$ 15 m. A intensidade de aplicação (IA) foi determinada in loco, obtendo-se o valor de 2,14 mm h⁻¹ sob pressão de 30 mca. O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) também foi avaliado na mesma ocasião, apresentando valor de 89,4%. A umidade do solo foi monitorada diariamente por um sensor do tipo FDR (frequência no domínio do tempo) conectado ao controlador de irrigação. A irrigação foi interrompida sempre que a umidade do solo excedeu 24% (12 kPa), equivalente à capacidade de campo. Para fins comparativos, seis tensiômetros foram instalados a 0,20 m de profundidade, sendo três posicionados entre as subparcelas irrigadas e três entre as não irrigadas. A tensão de água no solo e a altura foram medidas duas vezes por semana, às terças e sextas-feiras.

No 1º ano, a lâmina acumulada de irrigação durante o período experimental foi de 352,1 mm, distribuída em 96 eventos (dias), com demanda máxima semanal de 15,9 mm. As médias das tensões de água no solo (TAS) foram de 14,41 kPa na área irrigada e 19,36 kPa na área sem irrigação, enquanto as médias das TAS mínima e máxima foram de 9,30 e 28,07 kPa, respectivamente (Figura 11).

No 2º ano, a lâmina acumulada de irrigação durante o período experimental foi de 421,4 mm, distribuída em 124 eventos (dias), com demanda máxima semanal de 18,8 mm. As médias das tensões de água no solo (TAS) foram de 15,30 kPa na área irrigada e 19,59 kPa na área sem irrigação, enquanto as médias das TAS mínima e máxima foram de 10,93 e 27,13 kPa, respectivamente (Figura 12).

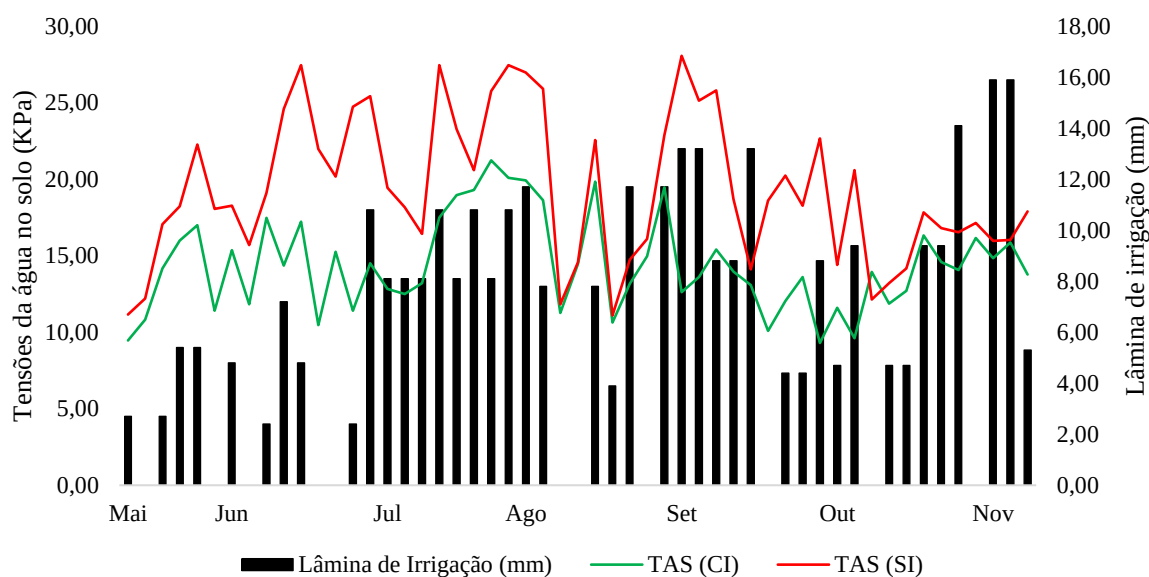


Figura 11: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS

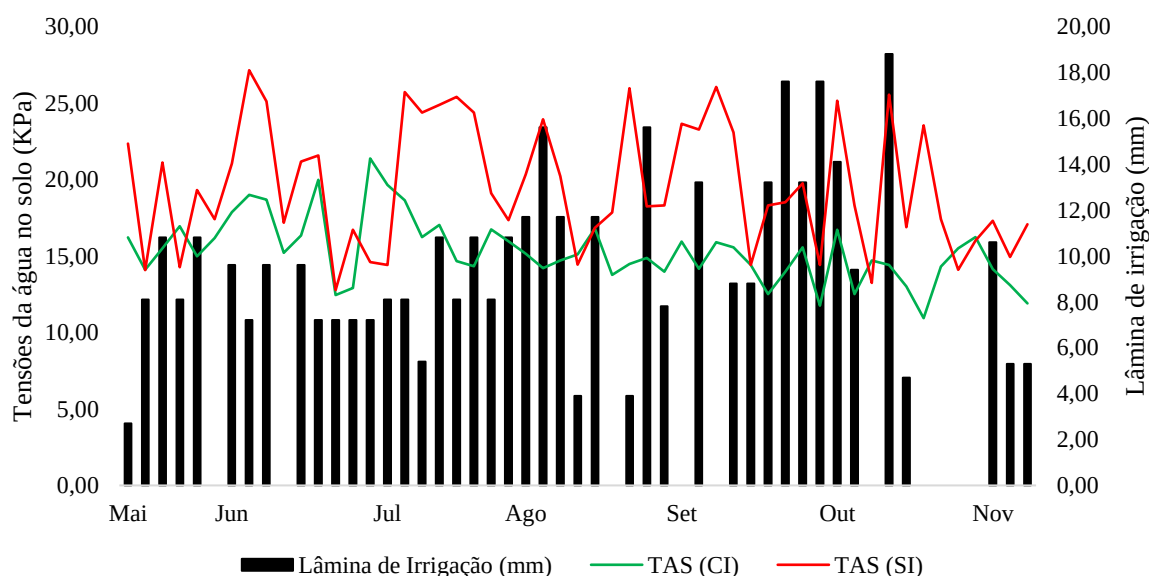


Figura 12: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS

Legenda: barras pretas represente a lâmina de irrigação aplicada durante ao ano. Linha verde representa a tensão da água no solo CI no ano. Linha vermelho representa a tensão da água no solo SI no ano, dos tensiômetros instaladas na área.

4.2.6 Coletas de biomassa

Os ciclos de crescimento foram baseados na medição da altura do dossel. Adotou-se como padrão para as alturas de entrada: 0,45 a 0,55 m para o capim Mg-5 e 0,30 a 0,35 m para

as aveias. Após a coleta, as áreas foram rebaixadas a 40% da altura do dossel. A coleta foi realizada utilizando um quadro de 0,5 m² (1 m por 0,5 m), uma régua e uma foice de poda. Após a coleta, o piquete foi liberado para o pastejo dos animais até atingir a altura do dossel preestabelecida, quando a parcela recebeu adubação de cobertura correspondente a 30 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ na forma de ureia (46-00-00), no máximo 24 horas após a retirada dos animais do piquete.

4.2.7 Procedimentos de secagem e pesagem

No laboratório, as amostras coletadas foram submetidas à separação morfológica, divididas em folha, colmo e material senescente. Após essa separação, os capins foram levados à estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinação da matéria seca (MS). Posteriormente, as amostras secas foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g. Após a secagem, as coletas foram moídas em moinho de material vegetal e armazenadas para análise bromatológica ulterior no laboratório de RASPA.

4.2.8 Parâmetros avaliados

Os dados foram organizados em porcentagem de matéria seca para determinar a Produtividade total de massa seca (PTMS), composto por massa seca de folha e caule (MSF e MSC) e porcentagem de material senescente (MS), altura (ALT), relação folha/colmo (RFC). Os valores de MSF, MSC, e MS foram utilizados para calcular a PTMS (Mg ha⁻¹), conforme a Equação (04)

$$PTMS = (MSF + MSC + MSMS) \quad (04)$$

Onde:

PTMS - produtividade total de matéria seca, Mg ha⁻¹

MSF - massa seca de folhas, Mg ha⁻¹

MSC - massa seca de colmos, Mg ha⁻¹

MSMS - Massa seca de material senescente, Mg ha⁻¹

Posteriormente, subamostras da matéria seca foram utilizadas para análises bromatológicas, empregando o método de Kjeldahl para determinação de proteína bruta (PB, %), as técnicas de VAN SOEST para fibra em detergente neutro (FDN, %) e fibra em detergente ácido (FDA, %), e o método de TILLEY e TERRY (adaptado) para a digestibilidade *in vitro* (DIV, %), conforme Da SILVA et al. (2017) e DETMANN et al. (2021).

4.2.9 Análise de variância

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância com a programa SISVAR, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) quando observadas diferenças significativas.

4.3 Resultado e discussão

4.3.1 Produtividade total de matéria seca

A partir da análise de variância, foram observados efeitos significativos no parâmetro produtividade total de massa seca (PTMS), considerando os diferentes anos, irrigação e as aveias, com intervalo de confiança de 95%. Foi constatada uma diferença de 3,02 Mg ha⁻¹ na produtividade geral referente ao 1º ano de avaliação ($p < 0,05$), com aumento da produtividade média anual de 5,09 Mg ha⁻¹ na parcela irrigada (CI). A irrigação proporcionou um desempenho superior de 44,59% na PTMS em relação à parcela sem irrigação (SI), com produtividades médias de 16,50 e 11,41 Mg ha⁻¹ para CI e SI, respectivamente. Esses resultados indicam um suporte significativo para a capacidade animal por hectare (UA ha⁻¹) no período de inverno. As médias gerais da PTMS em função da sobressemeadura foram de 14,14; 14,08 e 13,66 Mg ha⁻¹ para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Os menores valores anuais de produção foram observados no 2º ano, com 11,16 e 10,29 Mg ha⁻¹ para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61 (Tabela 16).

Tabela 16: Produtividade total de massa seca (PTMS, Mg ha⁻¹) com o capim Mg-5 sobressemeado com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	Mg5 Ex (Mg ha ⁻¹)	Mg5+IPREs (Mg ha ⁻¹)	Mg5+Iap61 (Mg ha ⁻¹)	Média
Ano 1	12,39 bB	16,99 aA	17,03 aA	15,47 a
Ano 2	15,87 aA	11,16 cB	10,29 cB	12,45 b
CI	13,88 bB	17,77 aA	17,86 aA	16,50 a
SI	14,39 aA	10,39 bB	9,46 bC	11,41 b
Média	14,14 a	14,08 a	13,66 b	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade sob irrigação superou a produção sem irrigação em 7,38 Mg ha⁻¹ e 8,40 Mg ha⁻¹ para os tratamentos Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. A produtividade na área sobressemeada com irrigação foi superior em mais de 7,89 Mg ha⁻¹ em relação àquela sem irrigação. Independentemente do uso da irrigação, as parcelas mais produtivas foram

observadas nas áreas sobressemeadas no 1º ano, com médias de 20,20 e 21,23 Mg ha⁻¹ de massa seca, enquanto as parcelas menos produtivas apresentaram valores de 6,99 e 6,10 Mg ha⁻¹ para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente (Figura 13).

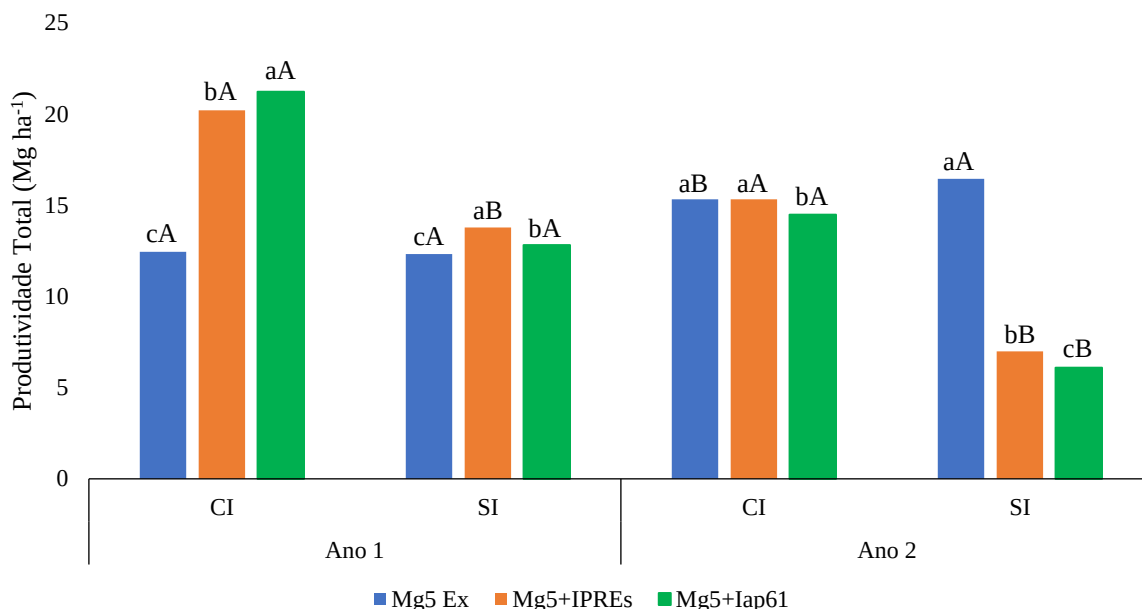


Figura 13: Produtividade Total por parcela (Mg ha⁻¹) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

No 1º ano de pastejo, com precipitação de 514,30 mm, a PTMS na parcela irrigada (CI) foi semelhante à parcela sem irrigação (SI), com valores de 12,45 e 12,33 Mg ha⁻¹, respectivamente. No tratamento Mg5+Iap61 sob irrigação (CI), foi registrado acúmulo de precipitação de 514,30 mm, aliado a lâmina de irrigação aplicada de 352,10 mm em 96 eventos (dias), com tensão de água no solo média de aproximadamente 14,41 KPa. Esses fatores, somados a oito ciclos de coletas em 180 dias, contribuíram para a produtividade total de 21,23 Mg ha⁻¹. Os ciclos de coleta nas áreas sobressemeadas foram 8 e 5 no 1º ano e 4 e 2 no 2º ano para CI e SI, respectivamente. Nas áreas sem sobressemeadura SS foram realizados três (3) ciclos de coleta tanto para a área irrigada quanto para a área sem irrigação no 1º ano, por sua vez, foram realizados dois (2) ciclos de coleta para as áreas com e sem irrigação, respectivamente no 2º ano.

No entanto, no 2º ano, observou-se aumento da temperatura média em 2,33 °C e 26 eventos pluviométricos, com tensão de água no solo em torno de 17,45 KPa. Esses fatores reduziram o desempenho produtivo, com média de acúmulo de matéria seca de 9,85 Mg ha⁻¹. No 2º ano, foram realizadas duas coletas, nos dias 25/09/2023 (SS) e 09/08/2023 (sobressemeadura), após 134 e 87 dias do início da experimentação, com temperaturas médias e mínimas de 21,38 °C e 13,95 °C, e tensões de água no solo de 15,30 e 19,59 KPa para CI e SI, respectivamente. Nessas condições, a produtividade na parcela SI foi inferior à parcela CI, principalmente devido à menor competitividade da forragem Mg5 não irrigada, que não atingiu a altura de pastejo necessária.

Convertendo a PTMS para taxa de acúmulo de forragem (TAF, kg ha⁻¹ dia⁻¹), a produtividade sob irrigação foi de 69,15 e 85,10 kg ha⁻¹ dia⁻¹, valores inferiores aos obtidos por GOMES *et al.* (2018) e SANCHES *et al.* (2016), que reportaram 98,6 e 103 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, ambos em CI no 1º ano. As produtividades de 85,10 e 91,41 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no 2º ano superam essas referências, e são superiores às de SILVA *et al.* (2018) no SI, que reportaram 60,3 e 56 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. GOMES *et al.* (2017) também verificou maior produtividade do capim *Urochloa brizantha* cv. Piatã sob irrigação. DIALLO *et al.* (2023), em sobressemeadura, encontrou uma TAF de 124,4 kg ha⁻¹ dia⁻¹, valor 6,48% maior que o deste estudo em áreas irrigadas. Segundo GOBBI *et al.* (2018) e RODRIGUES *et al.* (2023), o capim Piatã geralmente é menos produtivo. BARBEDO *et al.* (2020) e DIALLO *et al.* (2023) observaram, sem irrigação, TAF de 95,89 e 112,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹, superiores aos encontrados aqui em sobressemeadura.

As médias diárias de PTMS em sobressemeadura foram de 98,96 e 55,13 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para CI e SI, respectivamente. Esses dados confirmam o maior acúmulo de forragem em pastagens irrigadas, que podem ultrapassar 96 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (FONSECA *et al.*, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2013), embora haja variação em condições de sobressemeadura. Sem irrigação, trabalhos com aveia indicam taxas de acúmulo variando entre 20 e 66 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (ROCHA *et al.*, 2007; OLIVO *et al.*, 2010; NERES *et al.*, 2011; CASTAGNARA *et al.*, 2012). Com irrigação, MOREIRA *et al.* (2006a) alcançou 105,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹ em sobressemeadura com aveia. No 1º ano sob sobressemeadura e irrigação, as taxas foram de 112,24 e 117,92 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, superando o valor de MOREIRA *et al.* (2006b).

A rapidez com que uma planta forma ou reconstitui sua área foliar determina sua taxa de crescimento e produtividade da biomassa. O maior prejuízo para a rebrotação resulta da remoção da lâmina da folha nova. Desfolhas repetidas comprometem a recuperação das plantas

e afetam o sistema radicular (MARIANO *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2021; PAIVA *et al.*, 2023). A desfolhação reduz a área foliar, diminuindo a capacidade fotossintética e a interceptação da luz (COSTA *et al.*, 2021; SBRISSIA e BARRETA, 2022). À medida que a intensidade de desfolha aumenta e a área foliar residual diminui, as taxas iniciais de acúmulo de forragem são menores e o período de rebrotação é maior (SBRISSIA e BARRETA, 2022). A redução da capacidade fotossintética e da área foliar residual retarda o crescimento e limita a interceptação da radiação (SBRISSIA *et al.*, 2018; SBRISSIA e BARRETA, 2022).

A distribuição das chuvas e os estádios fenológicos das aveias nos dois anos de avaliação evidenciam a forte influência das condições hídricas sobre o desenvolvimento das plantas. No 2º ano, o déficit hídrico coincidiu com o estágio de alongação, resultando em menor perfilhamento e antecipação da senescência, enquanto no 1º ano a maior disponibilidade de água durante a fase vegetativa prolongou a manutenção de folhas jovens e favoreceu a rebrota. A irrigação atuou diretamente nos processos fisiológicos das plantas, mantendo o potencial hídrico foliar, o turgor celular e a atividade fotossintética, o que estimula o crescimento, o perfilhamento e retarda a senescência. Esses mecanismos resultam em maior acúmulo de matéria seca, teores mais elevados de proteína bruta e melhor digestibilidade da forragem (TAIZ *et al.*, 2017; CARVALHO *et al.*, 2017). AMARAL *et al.* (2025) também observaram que a irrigação em gramíneas tropicais aumentou a produção de massa seca, o número de perfilhos e reduziu o período de rebrota em relação às condições de sequeiro.

Em contrapartida, o déficit hídrico provoca fechamento estomático, redução da fotossíntese e maior alocação de carbono em tecidos estruturais, elevando os teores de FDN, FDA e lignina, o que compromete a qualidade da forragem (REIS *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2021). A sobressemeadura, por sua vez, introduz espécies de ciclo anual e fenologia distinta, aumentando a densidade de folhas no dossel, a relação folha/colmo e o teor de proteína e digestibilidade. Em pastos de capim Mg-5, essa prática elevou a disponibilidade de massa seca e a proporção de lâminas foliares, demonstrando potencial para melhorar a qualidade e reduzir a sazonalidade da produção (CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018).

4.3.2 Altura do dossel

A altura do dossel é um parâmetro prático para orientar o manejo da desfolhação, por ser uma característica estrutural que afeta a produção e a qualidade nutricional da vegetação produzida (COUTINHO *et al.*, 2020; FERNANDES *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2023). Não foram observadas diferenças significativas entre áreas irrigadas e não irrigadas. As maiores alturas foram registradas no segundo ano, especialmente no sistema sem irrigação (SI) e na sobresemeadura com Mg5+IPREs, com valores de 63,01 cm e 44,66 cm, respectivamente, contra 43,88 cm e 38,59 cm no primeiro ano. No Mg5 Ex, no segundo ano, as maiores alturas foram de 59,38 cm e 66,63 cm para as condições com irrigação (CI) e sem irrigação (SI), respectivamente. Já nas sobresemeaduras com Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, não houve diferença significativa entre CI e SI nos dois anos de experimentação (Tabela 5).

Tabela 17: altura (ALT, cm) do capim Mg-5 sobresemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	Mg5 Ex (cm)	Mg5+IPREs (cm)	Mg5+Iap61 (cm)
Ano 1	CI	45,13 aA	38,13 bA	36,19 bA
	SI	42,63 aB	39,05 bA	30,50 cB
Ano 2	CI	59,38 aB	44,19 bA	33,69 cA
	SI	66,63 aA	45,13 bA	35,63 cA

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobresemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

As maiores alturas foram observadas no segundo ano, independentemente da sobresemeadura e irrigação, embora a produtividade tenha sido menor comparada ao primeiro ano, possivelmente devido ao menor número de coletas. No sistema sem irrigação (SI), a maior altura foi de 66,63 cm com uma produção de massa seca (PTMS) de 16,45 Mg ha⁻¹, contra 42,63 cm e 12,33 Mg ha⁻¹ no primeiro ano. Nas áreas sobresemeadas com aveias, as maiores alturas foram 44,19 cm e 45,13 cm, associadas a PTMS de 15,33 e 6,99 Mg ha⁻¹, respectivamente. A parcela com a maior altura, independentemente da irrigação e sobresemeadura (66,63 cm), apresentou 0,00% de material senescente. Por outro lado, a maior porcentagem de material senescente (8,97%) foi observada no Mg5 Ex com altura de 59,38 cm no segundo ano. Esta altura de 66,63 cm no Mg5 Ex, relativa ao 2º ano, apresentou uma média da relação folha: colmo (RFC) de 3,50. Já a altura de 59,38 cm apresentou o RFC mais elevado, 5,37, em comparação aos demais valores.

As maiores alturas observadas no 2º ano e nos sistemas irrigados refletem as melhores condições climáticas e hídricas nesses períodos e sistemas de produção. Como reflexo da maior

taxa de acúmulo de massa seca (MS) no segundo ano, observou-se altura de dossel de 66,63 cm, que se diferenciou dos demais tratamentos e anos na irrigação. Esse comportamento pode ser explicado pelo menor número de coletas no segundo ano, o que influenciou o desenvolvimento do capim. Estudos anteriores apresentaram alturas inferiores às encontradas neste trabalho, variando entre 33 e 41,06 cm (BITTAR *et al.*, 2022; DANTAS *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2024), enquanto outras pesquisas indicaram alturas de dossel semelhantes, entre 53,84 e 56 cm (ALONSO e COSTA, 2017; Germano *et al.*, 2018).

O desempenho animal em pastagens está diretamente relacionado à disponibilidade e ao valor nutritivo do pasto. Pastagens bem manejadas, aliadas a práticas adequadas de manejo do gado e à escolha do sistema de pastejo, podem maximizar a produção e assegurar a persistência da forragem. Um fator-chave é o monitoramento da altura da pastagem, pois ela afeta a qualidade da forragem disponível, que por sua vez influencia o consumo e o desempenho animal. SBRISSIA e BARRETA (2022) demonstraram que a gestão das pastagens em alturas adequadas resulta em maior consumo de forragem e melhor desempenho animal.

Embora a altura do dossel esteja diretamente relacionada ao potencial produtivo da pastagem, pastos muito altos não são desejáveis, pois promovem o sombreamento das folhas da base do perfilho, característica altamente prejudicial em forrageiras com hábito de crescimento estolonífero e rizomatoso (EUCLIDES *et al.*, 2014; SBRISSIA *et al.*, 2018). Consequentemente, pastos altos apresentam maior concentração de colmo e tendem a ter menor relação folha: colmo, impactando negativamente a qualidade do pasto e o potencial de rebrota das forragens (SBRISSIA e BARRETA, 2022).

A produção animal está diretamente associada ao consumo de matéria seca com alta porcentagem de folhas, relacionada ao estágio de desenvolvimento da forrageira, sendo de grande importância o teor de proteína e a digestibilidade (CRUZ *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019). Plantas mais velhas são menos digestivas, enquanto plantas mais jovens apresentam melhor digestibilidade (CRUZ *et al.*, 2021). O crescimento e desenvolvimento da planta dependem da quantidade de folhas expostas à luz solar (SOUZA *et al.*, 2020). Dessa forma, quanto maior a quantidade de folhas expostas à luz, maior o crescimento e a produção de massa pela forrageira. Pastos que ultrapassam a altura ideal de manejo acumulam quantidades crescentes de material senescente e talo, que possuem baixo valor nutritivo e baixo consumo pelos animais (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021).

A irrigação modula o alongamento dos estolões, favorecendo o crescimento de folhas jovens na camada superior do dossel, retardando a senescência e promovendo rebrota mais vigorosa (CARVALHO *et al.*, 2017; TAIZ *et al.*, 2017). Em contrapartida, o déficit hídrico

limita a alongação, resultando em dosséis mais baixos, com maior proporção de colmos e menor produtividade (SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Assim, a altura ideal deve equilibrar a proporção folha/colmo, mantendo predominância de folhas jovens, maior teor de PB e menor acúmulo de fibras estruturais.

4.3.3 Relação folha colmo (RFC)

Quando se trata de gramíneas tropicais, a relação folha/colmo (RFC) é uma característica fundamental para determinar o comportamento ingestivo dos animais na consumação de forragem (FERNANDES *et al.*, 2017; GOMIDE *et al.*, 2007). Houve efeitos significativos no parâmetro RFC, incluindo diferenças entre anos, irrigação e tipos de aveias, com intervalo de confiança de 95%. De forma semelhante ao observado para a altura do dossel, a RFC foi alterada ($p < 0,05$) em função do uso da irrigação e do ano. Para atender às exigências nutricionais dos ruminantes e aumentar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, pesquisas indicam que valores de RFC acima de 1,0 significam elevado teor de proteína para o consumo e melhor digestibilidade (SILVA *et al.*, 2024). As médias gerais da RFC foram 3,21 e 3,70 para o ano 1 e ano 2, respectivamente, enquanto na sobressemeadura foram 4,44, 2,66 e 3,25 para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61 (Tabela 18). Os maiores valores médios da RFC foram observados no 2º ano, com 4,43, 2,89 e 3,77, em comparação aos valores de 4,45, 2,43 e 2,74 do 1º ano, respectivamente para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61.

Tabela 18: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	Mg5 Ex	Mg5+IPREs	Mg5+Iap61	Média
Ano 1	4,45 aA	2,43 bB	2,74 bB	3,21 b
Ano 2	4,43 aA	2,89 cA	3,77 bA	3,70 a
CI	4,92 aA	2,91 aC	3,42 aB	3,75 a
SI	3,97 bA	2,41 bC	3,09 bB	3,16 b
Média	4,44 a	2,66 c	3,25 b	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Os menores valores de RFC foram 2,43 e 2,74 no 1º ano para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, contra 2,89 e 3,77 no 2º ano para as mesmas sobressemeaduras. Os valores mais elevados de RFC foram encontrados na área irrigada (CI) com 4,92, 2,91 e 3,42, apresentando diminuição na área sem irrigação (SI) de 0,95, 0,50 e 0,33 para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Independentemente do ano e da irrigação, os menores valores de RFC foram encontrados nas sobressemeaduras: 2,33 e 2,48 para Mg5+IPREs; 2,59 e 2,89 para

Mg5+Iap61; e 3,50 para Mg5 Ex, contra os maiores valores de 4,47 e 5,37 no Mg5 Ex (Figura 14).

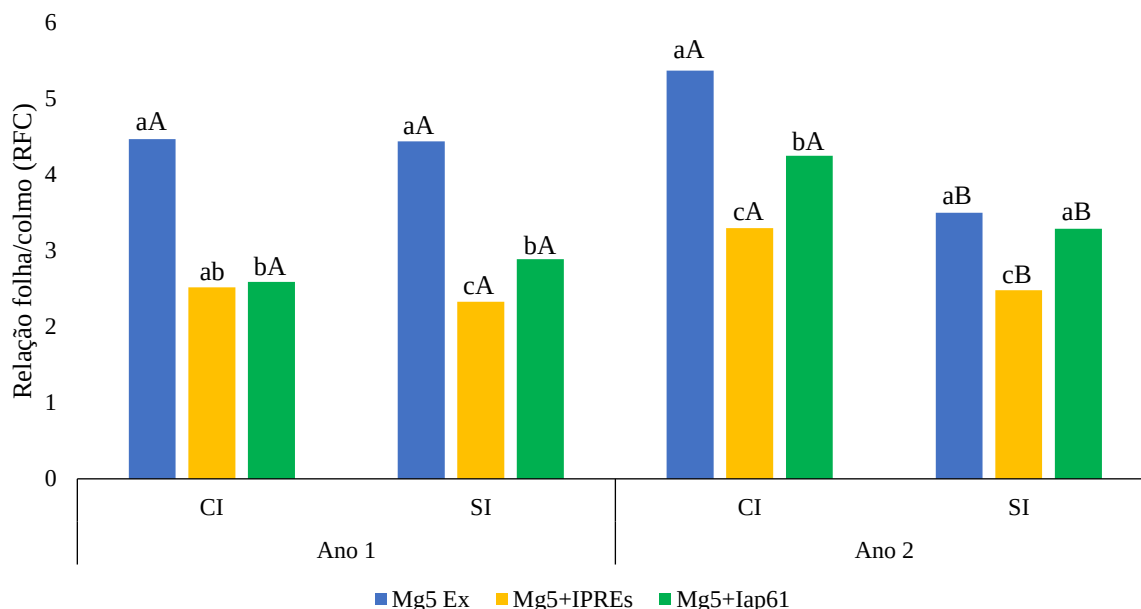


Figura 14: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

O valor médio de RFC encontrado para o capim Mg-5 na área irrigada (3,75) aproxima-se do valor relatado por SOUZA *et al.* (2017), que obtiveram RFC de 3,72 para *Urochloa Brizantha* cv. Piatã no período das águas. Já o valor no sistema sem irrigação (2,89) é próximo ao encontrado por ALONSO e da COSTA (2017), com RFC de 2,5 para *Urochloa Brizantha* cv. Marandu no período de seca. Outros autores, como BEZERRA *et al.* (2020) e BOURSCHEIDT *et al.* (2023), encontraram valores de RFC entre 4,59 e 8,45, que se aproximam e superam os valores observados nas áreas sem sobressemeadas em ambos os anos. DIALLO *et al.* (2023), Vieira *et al.* (2019), SOUZA *et al.* (2021) e SILVA *et al.* (2024) observaram RFC de 4,50, corroborando os valores encontrados neste estudo nas áreas sem sobressemeadas com aveias. BULEGON *et al.* (2013), RODRIGUES *et al.* (2023) e SILVA *et al.* (2024) relataram valores entre 1,5 e 3,00, inferiores aos encontrados neste trabalho ao SS.

Como reflexo da menor PTMS no Mg5 Ex no 2º ano, observou-se o maior valor de RFC, 5,37, que coincide com o maior percentual de material senescente (8,97%) no CI. A menor

RFC do capim Mombaça pode estar relacionada ao seu hábito de crescimento ereto, característico dos capins *Urochloa brizantha*. O capim Mg-5 apresenta RFC menor quando associado às aveias, provavelmente porque as folhas das aveias são menores, reduzindo a média da relação. Além disso, o manejo de corte mais baixo que o recomendado para capins tropicais pode diminuir a área foliar.

Na resistência ao pastejo e crescimento da planta, a porcentagem de colmo desempenha papel importante na sustentação da planta (REZENDE *et al.*, 2021). Pastagens acima da altura adequada promovem sombreamento das folhas basais do perfilho, característica prejudicial em forrageiras com hábito estolonífero e rizomatoso, embora esteja relacionada ao potencial produtivo da pastagem (EUCLIDES *et al.*, 2014; SBRISSIA *et al.*, 2018).

Consequentemente, pastagens altas apresentam maior concentração de colmo e menor relação folha/colmo, impactando negativamente a rebrotação das forragens e a qualidade do pasto (SBRISSIA e BARRETA, 2022). O crescimento e desenvolvimento da planta dependem da quantidade de folha exposta à luz solar (SOUZA *et al.*, 2020). Portanto, quanto maior a área foliar exposta à luz, maior será o crescimento e produção de massa pela forrageira. Dosséis que ultrapassam a altura ideal de manejo apresentam maior quantidade de material senescente e colmo, que possuem baixo valor nutritivo e baixo consumo pelos animais (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021).

O manejo da irrigação influencia diretamente esse processo, visto que a disponibilidade hídrica adequada mantém folhas jovens, eleva a taxa fotossintética e favorece o acúmulo de reservas nos colmos, promovendo rebrota mais rápida e vigorosa (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). A sobressemeadura, por sua vez, contribui para o equilíbrio do dossel, introduzindo folhas jovens que mantêm o teor proteico e a digestibilidade, estimulando maior produção de forragem ao longo do ciclo (CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). A eficiência na translocação de nutrientes das folhas senescentes para tecidos de crescimento, associada ao maior vigor e à maior taxa de alongamento foliar, favorece a manutenção de proporção mais elevada de folhas novas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

4.3.4 Material senescente

Houve efeitos significativos no parâmetro material senescente, considerando diferentes capins, irrigação e aveias, com intervalo de confiança de 95%. As proporções de material senescente foram maiores em função do uso da irrigação (6,05% vs 6,42%) e do ano (5,12% vs 7,42% para o ano 1 e 2, respectivamente), porém sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$). De modo similar, houve diferença em função do ano de avaliação (5,62% vs 6,85%), com médias gerais de 6,63%, 6,39% e 6,89% para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Contudo, o 2º ano apresentou os maiores valores de matéria senescente, de 8,97%, 6,39% e 6,89% para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente (Tabela 19).

Tabela 19: Material senescente (MS, %) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	Mg5 Ex (%)	Mg5+IPREs (%)	Mg5+Iap61 (%)	Média
Ano 1	2,15 cB	5,21 bB	5,86 aB	4,41 b
Ano 2	4,48 cA	6,39 bA	6,89 aA	5,92 a
CI	6,63 aA	5,27 bB	6,25 aA	6,05
SI	0,00 bB	6,34 aA	6,50 aA	6,42
Média	3,31 c	5,80 b	6,38 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

De maneira geral, estudos têm demonstrado decréscimo na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação em pastagens, com valores de 6,05% e 6,42% (SANCHES *et al.*, 2023). Entre os anos de avaliação, o Mg5 Ex apresentou maior material senescente, chegando a 8,97% na área sobressemeada com aveias, um aumento de 35,09%. Independentemente do ano, o menor valor de material senescente (MS) no 1º ano foi de 4,29%, 3,00% e 4,64% na área irrigada, contra os maiores valores no 2º ano de 8,97%, 7,54% e 7,87% na área sem irrigação, para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente (Figura 15).

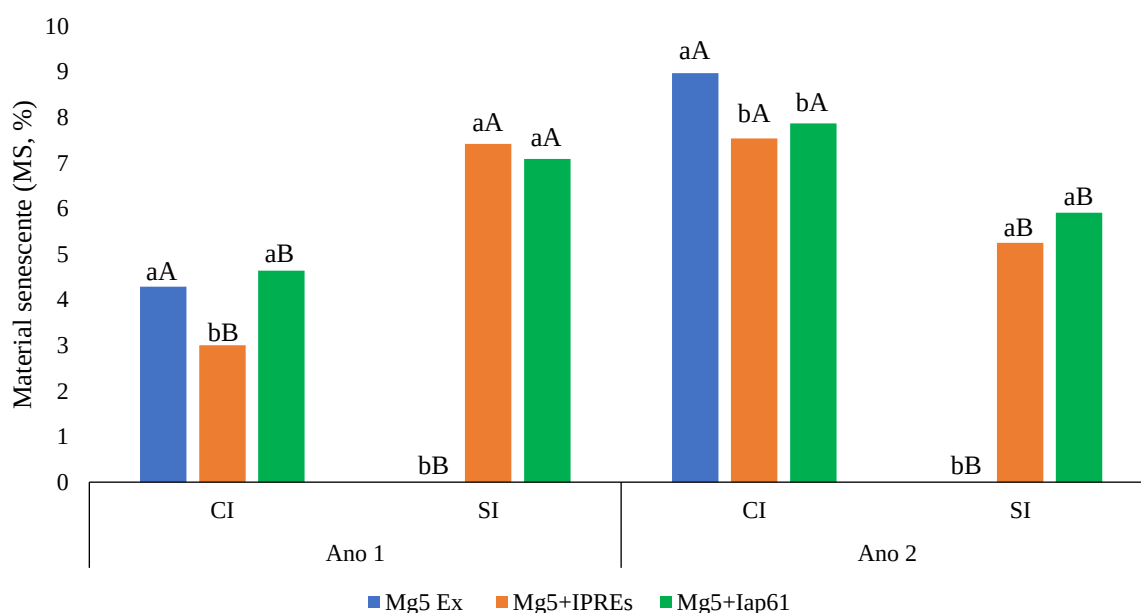


Figura 15: Material senescente geral (MS, %) do capim Mg-5 sobressemeados de aveias em função da irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

É comum encontrar valores de PMS abaixo de 5% para capins *Urochloa brizantha* (GOBBI *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2017), o que corrobora os resultados obtidos na área sem irrigação neste estudo. A irrigação, porém, aumentou a PMS, atingindo valores de 3,00% e 4,64%, contra 7,42% e 7,09% sem irrigação. BOURSCHEIDT *et al.* (2023) e DIALLO *et al.* (2023) relataram valores menores do que os encontrados neste estudo no 2º ano, com 8,97%, 7,54% e 7,87% na área irrigada em relação ao sistema sem irrigação para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61. RODRIGUES *et al.* (2023) destacou valores de PMS entre 8 e 11,7% no sistema sem irrigação, que foram superados pelas médias encontradas neste estudo na área não irrigada, independentemente do ano.

Uma das principais causas da senescência em plantas forrageiras é o sombreamento, quando, no momento do corte ou pastejo, o dossel forrageiro intercepta mais de 95% da luminosidade (EUCLIDES *et al.*, 2014; BARBERO *et al.*, 2021). Nestas condições, as folhas da base entram em processo de remobilização de nutrientes para o crescimento de novas folhas. Esse processo tende a ser mais acentuado em plantas com hábito de crescimento que promovem grande sombreamento e possuem crescimento mais horizontalizado. Assim, qualquer erro na

altura de manejo (entrada) pode ocasionar grande quantidade de material senescente (BARBERO *et al.*, 2021).

Quando o dossel forrageiro aumenta a quantidade de folhas, ocorre sombreamento das folhas das plantas vizinhas, tornando-se uma competição pela luz solar. A partir desse ponto, as folhas da parte inferior da planta não conseguem mais absorver luz, entrando em senescência, originando material com menor valor nutricional e que não será consumido pelos animais (CRUZ *et al.*, 2021). Aumentos na massa de forragem provocam mudanças na composição estrutural do pasto, com aumento da porcentagem de colmo em relação ao limbo foliar e, em momentos críticos, aumento do material senescente (RODRIGUES *et al.*, 2023). Percentuais excessivos de matéria senescente, acima de 15%, podem afetar negativamente a pastagem, pois o abafamento prejudica o crescimento das plantas jovens. Portanto, a gestão adequada da quantidade de material morto é fundamental para garantir a saúde e produtividade do capim (FILHO *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2023).

A senescência eleva os teores de fibras estruturais (FDN, FDA e lignina) e reduz o conteúdo de proteína bruta, diminuindo a digestibilidade e a ingestão voluntária pelos ruminantes (VAN SOEST, 1994; SANTOS *et al.*, 1999; TAIZ *et al.*, 2017). Paralelamente, a translocação de nutrientes das folhas senescentes para colmos e tecidos reprodutivos afeta a qualidade da forragem, sendo fortemente influenciada pelo manejo da irrigação e pela sobressemeadura. A irrigação mantém folhas jovens, reduz o avanço da senescência e favorece a rebrota, enquanto a sobressemeadura introduz novas folhas no dossel, aumentando o teor proteico e a digestibilidade (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020; CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018).

Além disso, a altura do dossel e o sombreamento também exercem papel decisivo na composição da forragem. Dosséis excessivamente altos favorecem o alongamento de colmos e a senescência das folhas inferiores, elevando o teor de matéria seca (MS) e a fração de fibras menos digestíveis. O manejo adequado do pastejo ou da colheita, associado à irrigação e à sobressemeadura, permite equilibrar a relação folha/colmo (RFC), mantendo predominância de folhas jovens, menor concentração de FDN e FDA e maior digestibilidade. Essa combinação resulta em forragem de melhor qualidade e maior eficiência de utilização pelos animais (SBRISSIA e DA SILVA, 2008; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022).

4.3.5 Proteína Bruta

Houve efeitos significativos no parâmetro proteína bruta (PB), envolvendo diferentes capins, irrigação e aveias, considerando um intervalo de confiança de 95%. Os teores de PB apresentaram variações ($p > 0,05$) em função do sistema de irrigação, com médias de 14,43% no sistema com irrigação (CI) e 14,24% no sistema sem irrigação (SI). Quanto aos tratamentos, os valores médios foram 12,69%, 15,08% e 15,23% para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Entretanto, observou-se diferença significativa nos teores de proteína no Mg5 Ex, que apresentou maior PB nas áreas sobressemeadas (15,16%), correspondendo a um aumento de 19,37% em relação ao Mg5 Ex exclusivo. Independentemente do ano, a sobressemeadura proporcionou incrementos médios na PB de 2,75 e 2,81 pontos percentuais no CI e de 2,02 e 2,26 no SI para os tratamentos Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. De maneira geral, a PB foi maior no segundo ano sob irrigação, com média de 14,42%, superando em 0,36 ponto percentual o valor observado no SI. Os maiores valores de PB foram registrados no Mg5+Iap61, com 15,36% e 15,59%, enquanto os menores foram encontrados no Mg5 Ex, com 12,54% e 12,52% nos anos 1 e 2, respectivamente (Tabela 20).

Tabela 20: Porcentagem geral da Proteína Bruta (PB; %), do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	Mg5 Ex (%)	Mg5+IPREs (%)	Mg5+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	12,54 bA	15,21 aA	15,30 aA	14,35 a
	SI	12,78 bA	15,18 aA	15,59 aA	14,52 a
Ano 2	CI	12,52 bA	15,36 aA	15,39 aA	14,42 a
	SI	12,94 bA	14,59 aB	14,64 aB	14,06 b
Média		12,69 b	15,08 a	15,23 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Diversos autores relataram incrementos na PB da ordem de 15% em pastos irrigados (ALONSO e COSTA, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; BETHA e TRAVIS, 2021; BULEGON *et al.*, 2013; MEDEIROS *et al.*, 2024; SANCHES *et al.*, 2015a, 2016, 2023; TOLEDO *et al.*, 2023), embora sem observar diferenças significativas relacionadas à irrigação. Os valores encontrados neste estudo sem sobressemeadura, independentemente do capim, ano e irrigação, estão em conformidade com esses autores, que relataram valores entre 12,00 e 13,87% de PB. Pesquisas anteriores também apresentaram valores superiores, variando entre 14 e 16%, sem sobressemeadura e anos, (ALONSO e COSTA, 2017; DANTAS *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2017, 2018; NUNES *et al.*, 2018; SANCHES *et al.*, 2016, 2018; SANCHES *et al.*, 2016, 2018; SÉRVULO *et al.*, 2024; VIÇOSI *et al.*, 2020).

Principalmente quando o pasto é composto por perfilho maduros, a forragem disponível em pastagens tropicais normalmente não representa a forragem selecionada pelos animais (CRUZ *et al.*, 2021; BARBERO *et al.*, 2021). Vários estudos demonstraram que bovinos em pastejo preferem forragem verde em detrimento da morta. EUCLIDES *et al.* (2014) observaram que dietas selecionadas por animais em pastagens tropicais continham, em média, 90% de matéria seca verde. De acordo com BARBERO *et al.* (2021), a dieta selecionada pelos animais é influenciada pela disponibilidade e acessibilidade dos componentes preferidos e menos preferidos. O desempenho dos animais é claramente afetado pela maturidade da forragem disponível e pela distribuição de componentes com diferentes digestibilidades (BARBERO *et al.*, 2021). Os resultados indicam que a sobressemeadura e a irrigação contribuíram para melhorar esses parâmetros, tornando a forragem mais nutritiva e promovendo maior ganho de peso animal.

Neste estudo, a irrigação e a sobressemeadura melhoraram esses parâmetros, tornando a forragem mais nutritiva e favorecendo o ganho de peso dos animais. O aumento do teor de proteína bruta (PB) pode resultar do maior acúmulo de nitrogênio foliar ou da maior densidade de folhas jovens; entretanto, esse efeito positivo pode ser atenuado quando ocorre simultaneamente ao aumento da matéria seca (MS) e à redução da relação folha/colmo (RFC), condições que indicam maior participação de colmos e incremento das frações fibrosas (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISIA e DA SILVA, 2008; VAN SOEST, 1994). Por outro lado, quando o incremento de PB está associado à maior RFC e predominância de folhas jovens, há ganho efetivo de qualidade, pois a forragem combina maior aporte proteico com menores teores de FDN, resultando em melhor digestibilidade e maior consumo pelos animais (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SANTOS *et al.*, 1999; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022; SOUSA *et al.*, 2020).

4.3.6 Fibra em detergente neutro

O uso da irrigação não promoveu melhorias significativas ($p > 0,05$) nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), observando-se valores médios de 55,66%, 55,32% e 56,98% para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Também não houve diferença significativa entre as avaliações, com concentrações médias de 56,07% e 55,91% para os sistemas com irrigação (CI) e sem irrigação (SI), respectivamente. Os valores médios anuais gerais foram de 55,83% e 56,15% para os anos 1 e 2, respectivamente.

Na sobressemeadura, os maiores valores de FDN foram encontrados no Mg5+Iap61, com 56,99% e 56,98% nos anos 1 e 2, e 57,93% e 56,04% nos sistemas com e sem irrigação,

respectivamente. Os menores valores foram observados no Mg5+IPREs, com 55,43% e 55,20% nos anos 1 e 2, e 54,92% e 55,71% nos sistemas com e sem irrigação, respectivamente. Independentemente da irrigação e do tipo de sobressemeadura, os maiores valores de FDN foram de 59,16% e 57,27%, referentes ao Mg5+Iap61 nos anos 1 e 2, enquanto os menores foram 54,73% e 54,80%, encontrados no Mg5 Ex e Mg5+Iap61. Não houve diferença significativa nas percentagens de FDN em função da irrigação, embora o valor mais alto registrado tenha sido 59,16% e o menor 54,73% (Tabela 21).

Tabela 21: Porcentagem geral da FDN (FDN; %), do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	Mg5 Ex (%)	Mg5+IPREs (%)	Mg5+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	54,73 bA	54,82 bA	56,70 aA	55,42 a
	SI	55,41 aA	56,05 aA	57,27 aA	56,24 a
Ano 2	CI	55,98 bA	55,03 bA	59,16 aA	56,72 a
	SI	56,53 aA	55,38 aA	54,80 aB	55,57 b
Média		55,66 b	55,32 b	56,98 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de FDN encontrados por ANDRADE *et al.* (2018), GOMES *et al.* (2017, 2018), SANCHES *et al.* (2015a, 2015b, 2016, 2018, 2023), SIMONETTI *et al.* (2016) e RODRIGUES *et al.* (2023) foram consideravelmente superiores aos observados neste estudo, com diferenças superiores a 10%, sem variação específica entre CI e SI. Os resultados obtidos corroboram com os dados de REZENDE *et al.* (2015), DANTAS *et al.* (2016) e ALONSO e COSTA (2017). Teores de FDN superiores a 50 - 55% podem limitar a capacidade ingestivo dos animais (ALONSO e COSTA, 2017; REZENDE *et al.*, 2015; VAN SOEST, 1994). Além disso, diferenças entre espécies forrageiras, estágio de maturidade e condições climáticas influenciam a variação no teor e nas características da FDN (OLIVEIRA *et al.*, 2011). A ausência de efeito significativo da irrigação pode ser explicada pelo mecanismo de competição entre digestão e passagem no ambiente ruminal (VAN SOEST, 1994). Normalmente, espera-se que o aumento no teor de FDN na dieta reduza a digestão da fração potencialmente digestível da matéria seca (OLIVEIRA *et al.*, 2011). No entanto, a retenção seletiva ruminal tende a aumentar com o aumento do teor de FDN, como um mecanismo natural de equilíbrio, o que eleva a probabilidade de digestão da FDN (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O manejo do pastejo é determinante nesse processo, pois define a estrutura do dossel e, conseqüentemente, os teores de FDN. Intervalos mais longos entre desfolhas favorecem o alongamento de colmos e o acúmulo de parede celular, elevando a concentração de FDN e

limitando o consumo animal pelo efeito físico de enchimento ruminal (Da SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; VAN SOEST, 1994). Em contrapartida, estratégias que mantêm a forrageira em estádios vegetativos - como cortes ou pastejos mais frequentes - resultam em menor FDN, maior relação folha/colmo (RFC) e melhor digestibilidade (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SANTOS *et al.*, 1999).

Embora a produção de matéria seca (MS) tenda a aumentar com a maturidade, esse incremento geralmente vem acompanhado da elevação do teor de FDN, indicando que maior acúmulo de forragem nem sempre implica melhor qualidade (DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Assim, a análise conjunta da MS e da RFC é essencial para interpretar corretamente o equilíbrio entre quantidade e qualidade. Forragens com alta RFC apresentam menor FDN e maior digestibilidade, enquanto aquelas com baixa RFC possuem maior proporção de colmos e menor eficiência de utilização pelos animais (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Portanto, o manejo deve priorizar o equilíbrio entre produção de MS e qualidade nutricional, de modo a maximizar tanto a oferta quanto o aproveitamento da forragem pelos ruminantes (Da SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008).

4.3.7 Fibra em detergente ácido

Seguindo o mesmo padrão da FDN, os valores da fibra em detergente ácido (FDA) não foram influenciados pelo uso da irrigação, apresentando teores médios de 34,88%, 35,77% e 35,21% para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Não se verificou efeito da irrigação nos teores de FDA para nenhuma das parcelas Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61. Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre as parcelas de capim exclusivo (CE) e sobressemeadura (SS), os maiores percentuais de FDA foram observados no primeiro ano, com 34,70%, 35,94% e 35,61% para Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente. Na irrigação, o valor mais alto de FDA foi registrado na parcela sobressemeada com Mg5+IPREs no segundo ano, atingindo 36,55%, o que representa um acréscimo percentual de 2,44 em relação ao Mg5 Ex do mesmo ano.

Nas parcelas sem irrigação, não houve diferença significativa entre as três áreas, com média geral de 36,61%, valor 2,11 pontos percentuais maior que o menor encontrado. As maiores porcentagens de FDA na irrigação foram de 35,27% e 36,55% para Mg5+IPREs nos anos 1 e 2, enquanto no sistema sem irrigação foram 36,61% e 36,08% para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61 no 1º ano, sem diferença significativa entre eles. Independentemente da irrigação,

os menores valores de FDA foram 34,11%, 34,63% e 34,50% no segundo ano, referentes a Mg5 Ex, Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente (Tabela 22).

Tabela 22: Porcentagem geral da FDA (FDA; %), do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	Mg5 Ex (%)	Mg5+IPREs (%)	Mg5+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	34,65 aA	35,27 aA	35,14 aA	35,02 a
	SI	34,76 bA	36,61 aA	36,08 abA	35,82 a
Ano 2	CI	34,11 bB	36,55 aA	35,13 abA	35,26 a
	SI	36,00 aA	34,63 aB	34,50 aA	35,05 a
Média		34,88 a	35,77 a	35,21 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de FDA é um fator importante na avaliação da digestibilidade dos alimentos, pois à medida que os teores de FDA aumentam na forrageira, a digestibilidade da matéria seca diminui (VIÇOSI *et al.*, 2020). Forragens com teores de FDA em torno de 30% nível ideal para um bom consumo animal geralmente não apresentam comprometimento da digestibilidade e são consumidas em grandes quantidades. Por outro lado, teores de FDA acima de 40% acarretam baixa digestibilidade do pasto, reduzindo o consumo pelos animais (ALONSO e COSTA, 2017; REZENDE *et al.*, 2015). Esse comportamento se explica pelo fato de a FDA ser composta por constituintes da FDN, principalmente celulose e lignina.

Neste estudo, foi observada uma média de valores de FDA entre 35,14% e 35,43% nos tratamentos estudados, sem diferenças significativas entre eles. SANCHES *et al.* (2016; 2023) encontraram porcentagens semelhantes às relatadas aqui, enquanto REZENDE *et al.* (2015) reportou valores de FDA superiores, como 48,30% no Tifton 85 e 43,42% no capim Jiggs. Outros pesquisadores, como ALONSO e COSTA (2017) e GOMES *et al.* (2017), apresentaram valores de FDA iguais ou inferiores aos encontrados neste trabalho, enquanto BULEGON *et al.* (2013) e RODRIGUES *et al.* (2023) relataram valores superiores, de 39,9% e 41,37%, respectivamente. SIMONETTI *et al.* (2016) apresentou um valor de FDA próximo a 34,9%, corroborando os resultados deste estudo, embora BULEGON *et al.* (2013) tenha relatado um valor maior, de 41,92%.

A variação da fibra em detergente ácido (FDA) entre anos e níveis de irrigação reflete a interação entre fatores fisiológicos, climáticos e de manejo. A disponibilidade hídrica e a senescência foliar influenciam a lignificação dos tecidos, enquanto diferenças climáticas entre anos afetam a taxa de crescimento e a maturação da planta (GERON *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Práticas como altura de corte e sobressemeadura também alteram

a proporção de folhas e colmos, impactando os teores de FDA (SBRISIA e DA SILVA, 2008; CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Assim, a FDA resulta da combinação de ambiente, fisiologia vegetal e manejo adotado (ALVES *et al.*, 2021; GERON *et al.*, 2014).

4.3.8 Digestibilidade *In Vitro*

O percentual de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms) não foi influenciado pelas forrageiras ($p > 0,05$), apresentando uma média geral de 64,55% no sistema com irrigação (CI) e 64,21% no sistema sem irrigação (SI). Houve diferença significativa na digestibilidade entre os anos de avaliação, sendo 65,26% no ano 1 e 63,51% no ano 2. As maiores digestibilidades foram observadas no primeiro ano, especialmente no Mg5+IPREs, com 66,04%, e no Mg5+Iap61, com 65,90%. Essas maiores taxas estão associadas às melhores condições climáticas, que favoreceram o desenvolvimento e a qualidade das forragens no primeiro ano. Esse efeito pode ser confirmado pelos maiores valores de acúmulo de forragem de 20,20 e 21,23 Mg ha⁻¹, e pela menor razão folha: colmo (RFC) de 2,52 e 2,59, respectivo.

No segundo ano, as produtividades foram menores (6,99 e 6,10 Mg ha⁻¹), com digestibilidades de 64,33% e 64,27%, acompanhadas por RFCs de 2,48 e 3,29. Esses resultados podem ser explicados pela paralisação do crescimento do capim tropical em função das condições desfavoráveis de temperatura nesse período. Independentemente da irrigação, as maiores percentagens de DIVms foram de 66,04% e 65,90% no Mg5+IPREs e Mg5+Iap61 no primeiro ano, enquanto os valores mais baixos foram 63,84% e 61,62% nas parcelas sem sobressemeadura (SS) no primeiro e segundo anos, respectivamente (Tabela 23).

Tabela 23: Porcentagem geral da Digestibilidade *in vitro* (DIV; %), do capim Mg-5 sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	Mg5 Ex (%)	Mg5+IPREs (%)	Mg5+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	63,36 bA	66,43 aA	66,05 aA	65,28 a
	SI	64,30 aA	65,65 aA	65,75 aA	65,23 a
Ano 2	CI	62,86 aA	64,33 aA	64,27 aA	63,82 b
	SI	60,38 bB	64,59 aA	64,61 aA	63,19 b
Média		62,73 b	65,25 a	65,17 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; Mg5 Ex: Mg-5 exclusivo; Mg5+IPREs: Mg-5 + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; Mg5+Iap61: Mg-5 + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61. Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que as parcelas sem sobressemeadura (SS) apresentaram as menores percentagens de DIVms, independentemente da irrigação. Na irrigação, o valor mais alto foi de 66,43%, encontrado exclusivamente na aveia Mg5+IPREs, enquanto o menor valor foi 62,86%,

na parcela SS no segundo ano. Na parcela sem irrigação, o valor mais alto foi 65,75% e o menor, 60,38%, ambos referentes à SS. Na comparação entre parcelas irrigadas e não irrigadas, a menor digestibilidade foi observada no segundo ano, com 60,38% na SS, enquanto a maior foi no Mg5+IPREs, apresentando uma diferença percentual de 6,05 pontos.

SANCHES *et al.* (2015b; 2016) encontraram valores de DIVms de 78,1% e 81,0% no CI, e 75,8% e 78,1% no SI, respectivamente. Trabalhos realizados por GOMES *et al.* (2018) e RODRIGUES *et al.* (2023) indicaram que a irrigação promoveu o aumento da digestibilidade da forragem em cerca de 4%. RODRIGUES *et al.* (2023) discutiu que a digestibilidade *in vitro* foi menor nas estações chuvosas, quando as condições climáticas favorecem o crescimento da planta. BARBERO *et al.* (2021) e REZENDE *et al.* (2015) apresentaram valores inferiores aos encontrados neste estudo, próximos de 55%.

O teor de matéria seca em uma planta forrageira é consequência de seu estágio fisiológico momentâneo em resposta às condições ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Segundo VAN SOEST (1994), quanto maior a relação folha/colmo, maior será o valor nutricional da forragem. As folhas são ricas em proteína bruta e pobres em fibras, portanto, mais digestíveis que outras partes da planta. Assim, o aumento da proporção de folhas reduz a FDN e aumenta a DIVms (VELOSO *et al.*, 2021).

A irrigação influencia positivamente a digestibilidade da forragem ao promover efeitos fisiológicos e bioquímicos sobre o desenvolvimento da planta. A disponibilidade hídrica adequada reduz o estresse, retardando a lignificação precoce e a deposição de fibras estruturais, o que resulta em tecidos mais jovens e de maior valor nutritivo (GERON *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, a irrigação favorece o alongamento foliar, aumentando a proporção de lâminas em relação aos colmos, e potencializa a assimilação de nitrogênio, elevando o teor de proteína bruta e a atividade enzimática, o que melhora a eficiência da fermentação ruminal (CARVALHO *et al.*, 2017; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; ALVES *et al.*, 2021; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Dessa forma, a irrigação mantém o dossel em condições fisiológicas mais juvenis, com maior concentração de compostos solúveis e menor acúmulo de fibras recalcitrantes, promovendo incremento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

4.4 Conclusão

A irrigação elevou a produtividade média para 16,50 Mg ha⁻¹, frente a 11,41 Mg ha⁻¹ nas áreas não irrigadas, proporcionando aumento médio anual de 44,59% na produção em relação à parcela sem irrigação, evidenciando a produção forrageira no período de inverno.

As sobressemeaduras com as aveias IPR Esmeralda e Iapar 61 também influenciaram positivamente a produtividade, apresentando médias de PTMS superiores em comparação ao capim Mg-5 exclusivo, especialmente no ano 1 de avaliação. As áreas irrigadas apresentaram produtividade e taxa de acúmulo de forragem superiores, especialmente no 1º ano, enquanto o 2º ano foi marcado por condições climáticas menos favoráveis que reduziu o desempenho produtivo.

A qualidade estrutural da pastagem, refletida pela relação folha/colmo (RFC), mostrou-se sensível à irrigação, ao tipo de sobressemeadura e ao ano de avaliação. A irrigação favoreceu maior RFC, indicando maior proporção de folhas e, conseqüentemente, melhor qualidade nutricional da forragem.

Os teores de proteína bruta (PB) no capim Mg-5 foram influenciados principalmente pela sobressemeadura, que proporcionou incrementos significativos na qualidade nutricional, com aumentos médios de até 19,37% em relação ao capim exclusivo. O estudo indicou benefícios na utilização de aveias em pastagens tropicais, reforçando a importância da sobressemeadura para melhorar o valor nutricional da forragem.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não foram significativamente afetados pela irrigação, mantendo-se dentro de níveis adequados para o consumo animal e a digestibilidade da forragem.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms) também não foi influenciada pela irrigação, mas mostrou redução no segundo ano devido às condições climáticas desfavoráveis.

4.5 Referências Bibliográficas

- ALONSO, R. A. & COSTA, L. V. C. da. (2017). Caracteres agronômicos de B. Brizantha cv. Xaraés (mg5), sob diferentes doses de biofertilizante de dejetos de bovino leiteiro. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. v. 11, n. 4, p. 400-411, 2017.
- ALVES, W. M.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G. S.; FERNANDES, P. B. (2021). Irrigação e adubação nitrogenada na produtividade e composição química de gramíneas tropicais. Semina: Ciências Agrárias, v. 42, n. 5, p. 2561–2574, 2021.
- AMARAL, F. S.; SILVA, J. R.; OLIVEIRA, P. R. (2025). Irrigação por gotejamento em gramíneas tropicais: efeitos sobre crescimento, perfilhamento e rebrota. Jaboticabal: UNESP, 2025.
- ANDRADE, W. R. et al. (2018). Hay Tifton 85 grass under nitrogen doses in different days of regrowth. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 40: e37692, 2018.
- BARBEDO, P. F.; et al. (2020). Produção de diferentes cultivares de *Panicum maximum* e *Urochloa Brizantha* adubados com nitrogênio e potássio. Revista Brasileira de Desenvolvimento, v. 6, n. 8, p. 60163-60169, 2020.
- BARBERO, R. P. et al. (2021). Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. Ciência Animal Brasileira, v. 22: e-69609, 2021.
- BARUCH, Z. & FERNANDEZ, O. A. (1993). Nutrient use efficiency in native and introduced C4 grasses in the Neotropics: implications for community structure. A ecologia, v. 96, p. 466–471, 1993.
- BETHA, T. V. D. & TRAVI, M. R. L. (2021). Produtividade e qualidade da pastagem de azevém (*Lolium multiflorum lam*) sob uso de regulador de crescimento vegetal. anais da agronomia, p. 142-164, 2021/2.
- BEZERRA, J. D. V. et al. (2020). Características produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de *Brachiaria Brizantha* cultivadas em dois tipos de solo. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 9, n. 7, p. 15, 2020.
- BITTAR, D. Y.; SOUSA, C. M.; DINIZ BUSO, W. H. (2022). Responses of *Panicum* and *Brachiaria* to irrigation during winter in the Goiás' Cerrado Brazil. Rev. FCA UNCuyo. v. 54, n. 2, 117-125, 2022.
- BOURSCHEIDT, M. L. B. Et al. (2023). Highlighting the benefits of biological nitrogen fixation on agronomic, physiological, and nutritive value traits of *Brachiaria* grass. European Journal of Agronomy 143, 126730, 2023.
- BULEGON, L. G. et al. (2013). Características produtivas, estruturais e nutritivas de gramíneas tropicais sob pastejo. Colloquium Agrariae, v. 9, n. 2 Jul-Dez. 2013, p. 01-15.

CANTO, M. W.; SCHEFFER-BASSO, S. M. (2018). Sobressemeadura de aveia em pastagens de gramíneas perenes: efeitos na produção e qualidade da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, e20170321, 2018.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; et al. (2017). Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastagens irrigadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 6, p. 489–499, 2017.

CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; MESQUITA, E. E.; ZAMBOM, M. A. (2012). Use of a conditioning unit at the haymaking of Tifton 85 overseeded with *Avena sativa* or *Lolium multiflorum*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 1353- 1359, 2012.

COSTA, C. D. O. et al. (2019). Correlation between nutrient content and productivity in irrigated forages. *Revista Biociência*, v. 35, n. 3, p. 679-690, 2019.

COSTA, N. de L. et al. (2021). Forage productivity and chemical composition of *Panicum maximum* cv. Mombaça under defoliations intensities and frequencies. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e42910817494, 2021.

COUTINHO, M. J. F. et al. (2020). Crescimento e produção do capim massai sob déficit hídrico. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 35690-35700, jun. 2020.

CRUZ, N. T. et al. (2021). Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, e5410716180, 2021.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: morfogênese e ecofisiologia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl. esp., p. 121–138, 2007.

DANTAS, G. de F. et al. (2016). Produtividade e qualidade da *Brachiaria* irrigada no outono/inverno. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.36, n.3, p.469-481, maio./jun. 2016.

DETMANN, E. et al. (2021). Métodos para Análise de Alimentos. (INCT-CA). 2ª Edição, 350 p. 2021.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLE, T. T.; SALIBA, E. O. S. et al. (2012). Métodos para análise de alimentos. *Suprema: Visconde do Rio Branco*, 2012. 214p.

DIALLO, M. C. A. et al. (2023). Características produtivas de capins tropicais com e sem irrigação. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 16, n. 11, p. 27882-27896, 2023.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E. (2022). Relationships of warm-season grass morphology and canopy structure with forage quality. *Crop Science*, v. 62, p. 221–234, 2022.

EUCLIDES V. P. B.; MONTAGNER D. B.; BARBOSA R. A.; NANTES N. N. (2014). Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Ceres*. 61, p. 808-818, 2014.

FERNANDES, J. S. P. et al. (2017). Características estruturais do capim Aruana em quatro alturas de resíduos. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v. 19, n. 2, p. 71-81, 2017.

FERREIRA, M. A. A. et al. (2021). Agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivated in clayey and sandy soil submitted to water and nutritional management. *Revista Engenharia Na Agricultura*, v. 29, p. 179-191, 2021.

FILHO, J. R. et al. (2018). Impacto da matéria senescente na qualidade de pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, n. 3, p. 123-132, 2018.

FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; MONTEIRO, F. A.; MONTES, C. R.; ALMEIDA, V. V. D.; HERPIN, U. (2007). Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 Bermuda grass. *Agricultural Water Management*, v. 87, p. 328-336, 2007.

GENRO, T. C. M. & SILVEIRA, M. C. T. de. (2018). Uso da altura para ajuste de carga em pastagens. Comunicado técnico. Bagé, RS, p. 1-17 Dezembro, 2018.

GERMANO, L. H. E. et al. (2018). Produtividade e características agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. paiguás submetida a doses de nitrogênio sob cortes. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75 p. 1-14, 2018.

GERON, L. J. V.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; CASALI, A. O.; ABREU, J. G. (2014). Produção e composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais irrigadas ou não e adubadas com nitrogênio nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 1, p. 42–50, 2014.

GOBBI, K. F. et al. (2018). Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região do arenito caiué/pr. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75, p. 1-9, 2018.

GOMES, E. P. et al. (2017). Productivity and nutritional quality of *Urochloa Brizantha* cv. BRS Piatã grass fertirrigated with swine wastewater in different seasons of the year. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 10, p. 1366 - 1373, 2017.

GOMES, E. P. et al. (2018). Application of swine wastewater for irrigation of Tifton 85 grass: Part I - productivity and nutritional quality. *Australian Journal of Crop Science* v. 12, n. 03, p. 486-495, 2018.

GOMIDE, C. A. de M., GOMIDE, J. A., HUAMAN, C. A. M., PACIULLO, D. S. C. (2002). Fotossíntese, Reservas Orgânicas e Rebrotas do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob Diferentes Intensidades de Desfolha do Perfilho Principal 1 (Issue 6), 2002.

GOMIDE, M. A. C., GOMIDE, JOSÉ A., ALEXANDRINO, E. (2007). Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a períodos de descanso. In Pesq. agropec. bras (Issue 10), 2007.

JANK, L.; VALLE, C. B.; Resende, R. M. S. (2011). Breeding tropical forages. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 11, p. 27–34, 2011.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: The ecology and management of grazing systems. Wallingford: CAB International, p. 3–36, 1996.

LIMA, M. D. de et al. (2023). Desenvolvimento produtivo do Tifton 85 irrigado e não irrigado. Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 16, n. 10, p. 23855-23870, 2023.

MARIANO, G. V. P. et al. (2019). Área foliar específica e teor de água para diferentes componentes foliares em espécies de Cerrado. ACSA, Patos-PB, v. 15, n. 3, p. 179-183, Edição Especial VI CONEFLO, 2019.

MEDEIROS, E. P., ROBAINA, A. D., PEITER, M. X., CONCEIÇÃO, C. G. DA, PARIZI, A. R. C., DONATO, F. F., KAYSER, L. P., GLASENAPP, S. (2024). Produção, proteína bruta e eficiência do uso da água em Tifton irrigado. observatório de la economía latino-americana, v. 22, n. (8), e6306, 2024.

MOREIRA, A. L.; REIS, A. R.; SIMILI, F. F.; PEDREIRA, M. S.; CONTATO, E. D.; RUGGIERI, A. C. (2006). Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim Tifton 85: produção e composição botânica. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, p. 739-745, 2006.

MOURA, L. M. et al. (2021). Avaliação da composição química e digestibilidade de forragens tropicais para bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 50, n. 5, p. 1-12, 2021.

NASCIMENTO, D. et al. (2019). Produtividade de capim Paiaguás sob doses de nitrogênio e cortes. PUBVET, v. 13, n. 5, p. 1- 15, 2019.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T., OLIVEIRA, P. S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. D. A. (2011). Production of Tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 1638-1644, 2011.

NOGUEIRA, S. F.; PEREIRA, B. F. F.; GOMES, T. M.; DE PAULA, A. M.; DOS SANTOS, J. A.; MONTES, C. R. (2013). Treated sewage effluent: Agronomical and

economical aspects on Bermuda grass production. *Agricultural Water Management*, v. 116, p. 151-159, 2013.

NUNEZ, J.; AREVALO, A.; KAKRWAT, H. et al. (2018). Biological nitrification inhibition activity in a soil-grown biparental population of the forage grass, *Brachiaria humidicola*. *Plant and Soil*, v. 426, p. 401-411, 2018.

OLIVEIRA, A. R. F. et al. (2017). Produtividade, composição morfológica e químico bromatológica do capim-Marandu consorciado com sorgo forrageiro para renovação de pastagem degradada no cerrado. *Revista de Ciências Agronômicas*, v. 26, n. 1, p. 69-81, 2017.

OLIVEIRA, A. S. de. et al. (2011). Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 7, p. 1587-1595, 2011.

OLIVEIRA, J. D. S., NETO, J. V. E., DIFANTE, G. DOS S., LISTA, F. N., SANTOS, R. DA S., BEZERRA, J. D. D. V., BONFIM, B. R. DE S., MILHOMENS, L. B. S., RIBEIRO, J. S. M. (2019). Structural and productive features of panicum cultivars submitted to different rest periods in the irrigated semiarid region of Brazil. *Bioscience Journal*, v. 35, n. (3), 682 – 690, 2019.

OLIVO, C. J.; MEINERZ, G. R.; AGNOLIN, C. A.; STEINWANDTER, E.; ZIECH, M. F.; SKONIESKI, F. R. (2010). Produção de forragem e carga animal de pastagens de *Coastcross* sobressemeadas com forrageiras de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 68-73, 2010.

PAIVA, H. S. et al. (2023). Recommended fertilization and timing of nitrogen fertilization influences the morphogenesis, structural characteristics, and production efficiency of Mombaça grass. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 45, e60704, 2023.

REIS, M. M., SANTOS, L. D. T., OLIVEIRA, F. G., SANTOS, M. V. (2017). irrigação de pastagens tropicais: desafios e perspectivas Irrigation. *Revista Unimontes científica*, Montes Claros, v. 19, n. (1), p. 178–190, 2017.

REIS, R. A.; NERES, M. A.; MONÇÃO, F. P. (2020). Qualidade de forragens tropicais e seus efeitos sobre o desempenho animal. *Ciência Animal Brasileira*, v. 21, e-51571, 2020.

REZENDE, A. V. et al. (2015). Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

REZENDE, C. de P. et al. (2021). Desempenho de novilhas em pastagens formadas pelos capins tifton 85, Xaraés e Mombaça, sob lotação rotativa. *Agrotropica*, v. 33, n. (3), p. 197 - 204. 2021.

ROCHA, M. G. D.; PEREIRA, L. E. T.; SCARAVELLI, L. F. B.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; ZIECH, M. F. (2007). Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 7-15, 2007.

RODRIGUES, J. G. et al. (2023). Forage Accumulation and Nutritional Characteristics of Brachiaria Cultivars Grown in a Semi-arid Environment. *Tropical Animal Science Journal* v. 46, n. 1, p. 85-96, 2023.

SANCHES, A. C. et al. (2015). Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 19, n. 2, p. 126–133, 2015.

SANCHES, A. C. et al. (2016). Produtividade, composição botânica e valor nutricional do Tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. *Irriga: Grandes Culturas*, p. 221-232, 2016.

SANCHES, A. C. et al. (2018). Irrigation and swine slurry application of Tifton 85 grass: production and nutritional quality. IV INOVAGRI International Meeting, 2018.

SANCHES, A. C. et al. (2023). Sazonalidade da produção do capim Bermuda “Tifton 85” ao longo do ano com e sem irrigação em diferentes doses nitrogenadas no sul do Brasil. *Arabian Journal of Geosciences*. 16, p. 336, 2023.

SANCHES, A. C., GOMES, E. P., RICKLI, M. E., FASOLIN, J. P., SOARES, M. R. C., GOES, R. H. T. B. De. (2015b). Productivity and nutritive value of Tifton 85 grass irrigated and overseeding with oats. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. (2), p. 126–133, 2015b.

SANTOS, H. G. DOS, JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C. DOS, OLIVEIRA, V. Á. DE, LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A. de, ARAÚJO FILHO, J. C. de, OLIVEIRA, J. B. de, FERREIRA CUNHA, T. J. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. In Embrapa Solos, Brasília, *DF*. 2018.

SANTOS, M. E. R. et al. (2011). Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 3, p. 535-542, 2011.

SANTOS, P. M. dos. et al. (2021). Recommendations of fertilization and defoliation of Mombaça grass to carajás - Pará region: efficiency and effects on soil. *Revista Agri-Environmental Sciences*, Palmas-TO, v. 7, e021011, 2021.

SANTOS, P. M. dos. et al. (2021). Recommendations of fertilization and defoliation of Mombaça grass to Carajás – Pará region: efficiency and effects on soil. *Revista Agri-Environmental Sciences*, Palmas - TO, v. 7, e021011, 2021.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. (1999). Efeito da idade do perfilho e da estação do ano sobre a digestibilidade e a composição química do capim-Tifton 85. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 5, p. 887–893, 1999.

SBRISSIA, A. F. & BARRETA, D. A. (2022). O manejo do pastejo para produção animal intensiva em ambientes pastoris. 11 Simpósio Brasil Sul de Bovinocultura de Leite. At: Chapecó, BR. Novembro 2022.

SBRISSIA, A. F. et al. (2018). Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. *Crop Science*, v. 58, n. 2, p. 945–954, 2018.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. (2008). Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-Marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 35–47, 2008.

SÉRVULO, A. C. O. et al. (2024). Reusing livestock farming wastewater for Tifton 85 irrigation: productivity, morphological, and bromatological indicators. *Rev. Ambient. Água* vol. 19, e2954 - Taubaté 2024.

SILVA, A. C. C. da, LIMA, L. A., ALMEIDA, W. F. de, SILVA, A. C. DA, THEBALDI, M. S. (2017). Tifton 85 production under déficit irrigation. *Revista de La Faculdade de Ciencias Agrarias*, v. 49, n. (2), p. 117–126, 2017.

SILVA, M. R. et al. (2019). Marandu, Xaraés and Piatã Grasses Fertilized with Swine Wastewater Under Greenhouse Conditions. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 9, p. 112-119, 2019.

SILVA, P. H. A. et al. (2024). Qualidade física em latossolo compactado e sua relação com sistema radicular e biomassa de forrageiras. *revista caderno pedagógico - Studies Publicações e Editora Ltda.*, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 01-26, 2024.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: morfogênese e Ecofisiologia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl. esp., p. 121–138, 2007.

SILVA, V. S. da. et al. (2018). Dynamics of Tifton 85 pasture (*Cynodon dactylon* L. Pers) over seeded with cool season species, under continuous grazing. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, e36363, 2018.

SIMONETTI, A., Marques, W. M., COSTA, L. V. C. (2016). Produtividade de capim-Mombaça (*Panicum maximum*), com diferentes doses de biofertilizante. In *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 10, n. 1, 2016.

SOUSA, B. M. L.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. (2020). Crescimento e senescência de folhas de gramíneas forrageiras sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, e20180210, 2020.

SOUZA, D. P. et al. (2017a). Parâmetros fitotécnicos de pastagem irrigada (*Urochloa Brizantha* cv. Marandu) em diferentes ciclos de cultivo. *Anais [...] IV INOVAGRI*, p. 1-12, 2017a.

SOUZA, E. de. et al. (2021). Water deficit tolerance in genotypes of *Urochloa* spp. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, n. (2-3), p. 127-136, 2021.

SOUZA, J. P. et al. (2020). Características morfogênicas, estruturais e agronômicas de gramíneas tropicais: uma revisão. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n. 8, p. 1 - 20, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O. BARRETO, A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, D. J.; GLÓRIA, J. R. (2013). Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, p. 1447-1453, 2013.

TOLEDO, C. E.; MOURA, G. V. de A.; NOGUEIRA, J. C. M. (2023). Influência da adubação nitrogenada na produção de capim Tifton 85 no centro-oeste brasileiro. *Revista Mirante, Anápolis (GO)*, v. 16, n. 1, p. 345-354, jun. 2023.

VALLE, C. B. do et al. (2009). *Brachiaria* breeding in Brazil: new cultivars for sustainable tropical pasture improvement. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 9, p. 9–14, 2009.

VAN SOEST, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELOSO, M. C. A. S. et al. (2021). Effect of grazing management strategies on the yield and nutritional value of Marandu grass in the semiarid of Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, v. 4, p. 2503-2522, jul./ago. 2021.

VIÇOSI, K. A. et al. (2020). Características bromatológicas e produtividade do capim tifton 85 submetido a fontes de adubos nitrogenados. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v. 29, n. 1, p. 106-117, 2020.

VIEIRA, A. da S. et al. (2019). Efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento vegetativo da *Brachiaria brizantha* cv. Mg-5. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, v. 11, n. 3, especial, 2019.

VILELA, D. et al. (2011). Cobertura vegetal e uso de pastagens tropicais no Brasil. Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos, 2011.

5 CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E BROMATOLÓGICAS DE CAPIM MOMBAÇA SOB IRRIGAÇÃO E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA

RESUMO

A irrigação das pastagens pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade e a produtividade dos pastos em clima tropical; entretanto, seus benefícios a longo prazo ainda são pouco estudados. Dessa forma, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar características produtivas e morfológicas do capim Mombaça, sobressemeado com IPR Esmeralda (IPREs) e Iapar 61 (Iap61), submetido ou não à irrigação, durante dois ciclos experimentais nos anos de 2022 e 2023, no período de 15 de maio a 10 de novembro, na Área de Pesquisa em Irrigação da UFGD. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com parcelas com e sem irrigação. Cada parcela foi composta pelo capim sobressemeado com MB+IPREs e MB+Iap61, com quatro repetições, totalizando 24 coletas. Foram avaliadas características morfológicas e nutricionais. A irrigação proporcionou diferentes padrões de resposta na relação folha/colmo e na porcentagem de material senescente. A irrigação aumentou a produção total de massa seca (PTMS), com produtividade média de 18,87 Mg ha⁻¹ no CI e 8,07 Mg ha⁻¹ no SI. A maior produção entre os tratamentos avaliados ocorreu na combinação MB+IPREs, que atingiu uma média de 22,15 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Estudos indicaram decréscimo na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação, com valores de 4,21% no CI e 7,64% no SI, respectivamente. As maiores relações folha/colmo (RFC) foram observadas no 2º ano de avaliação, com 5,05, contra 2,53 no 1º ano. Os parâmetros proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade in vitro (DIV) não apresentaram variações significativas em função da irrigação, embora tenha havido diferença de 2,51 pontos percentuais nas áreas sobressemeadas com aveias entre as condições com e sem irrigação. A integração entre manejo hídrico, sobressemeadura otimizou a produção e a qualidade nutricional do capim Mombaça em sistemas de pastejo intensivo, garantindo maior eficiência produtiva e sustentabilidade.

5.1 Introdução

O capim Mombaça, da espécie *Panicum maximum* (sinônimo *Megathyrsus maximus*), é uma gramínea originária da África. No Brasil, começou a ser estudado em 1982, tendo sua variedade lançada comercialmente em 1993 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). É considerado uma das forrageiras tropicais mais produtivas disponíveis para os pecuaristas (GALINDO *et al.*, 2017). Esta espécie apresenta hábito de crescimento caracterizado pela formação de touceiras densas, atingindo aproximadamente 1,65 m de altura. As folhas do capim Mombaça são longas, quebradiças e não possuem serosidade, com largura média de 3 cm (PAUSE *et al.*, 2021), aliadas a um porte elevado e excelente aceitabilidade pelos animais (CARDOSO *et al.*, 2017; JESUS *et al.*, 2021a). As lâminas foliares, especialmente na face adaxial, possuem pequena quantidade de pelos curtos e rígidos. As bainhas das folhas são lisas, sem pelos, e os colmos apresentam coloração roxa suave (FACTORI *et al.*, 2017).

O capim demonstra vigor significativo ao se estabelecer, promovendo rápido fechamento da vegetação e exibindo alta produtividade. Espécies forrageiras adaptadas a climas tropicais, como o capim Mombaça, são reconhecidas por sua capacidade de produzir quantidades expressivas de matéria seca por unidade de área (LACERDA *et al.*, 2024), o que lhes confere a capacidade de suportar altas taxas de lotação. Cerca de 80% das áreas cultivadas

são caracterizadas como pastagens com algum grau de degradação, apresentando valores nutricionais e produtividade abaixo do ideal e, consequentemente, menor desempenho animal (FACTORI *et al.*, 2017; MOMBACH *et al.*, 2019). Nesse contexto, a escolha da espécie forrageira mais adequada ao sistema de produção e a realização de manejo correto são fundamentais para a obtenção de resultados positivos (SOUZA *et al.*, 2020).

Em situações de baixa fertilidade, o potencial produtivo do capim Mombaça pode não ser alcançado (BONFANTI *et al.*, 2016). As perdas de forragem em pastagens ocorrem devido à senescência natural das partes vegetais e, principalmente, ao pisoteio dos animais, incluindo plantas perdidas pelo impacto e aquelas arrancadas e caídas durante a alimentação (QUADROS *et al.*, 2001). A taxa de lotação e o ganho de peso dos bovinos são indicadores críticos para avaliar a eficiência dos sistemas de produção animal. A taxa de lotação refere-se ao número de animais por unidade de área de pastagem. Estudos demonstram que o capim Mombaça possui alta capacidade de suporte devido ao seu rápido crescimento e elevada produção de matéria seca (LACERDA *et al.*, 2024).

O nitrogênio (N) desempenha papel crucial na formação de proteínas e é essencial para otimizar o rendimento de matéria seca em gramíneas forrageiras, sendo o nutriente-chave para manter sua produtividade (LACERDA *et al.*, 2024). Como as forrageiras tropicais apresentam valor nutritivo inferior em relação às espécies de clima temperado, e ficam dormentes ou pouco produtivas durante o inverno, a sobressemeadura associada a manejo adequado pode aumentar a capacidade de suporte da pastagem e melhorar o desempenho animal, estendendo a estação de pastejo (DIAS-FILHO *et al.*, 2021; BOSS *et al.*, 2021). Entre as alternativas de manejo das gramíneas tropicais, a associação com espécies de inverno representa uma estratégia promissora (COSTA *et al.*, 2020). Na sobressemeadura, o intervalo de corte devido ao ciclo diferente entre a espécie perene e a sobressemeada ainda não está bem definido, razão pela qual a opção pelo manejo por altura tem sido adotada (REIS *et al.*, 2017; GENRO e SILVEIRA, 2018).

A irrigação e a sobressemeadura promovem melhor desempenho nas características produtivas e bromatológicas do capim Mombaça. O objetivo deste estudo foi avaliar durante dois anos se a irrigação associada à sobressemeadura pode mitigar a sazonalidade produtiva e melhorar a qualidade da forragem do capim Mombaça no período de inverno.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental do Centro de Estudos e Pesquisas Avançadas em Irrigação, vinculada à Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). O estudo ocorreu no período de 15 de maio a 10 de novembro de 2022, no primeiro ano, e de 15 de maio a 10 de novembro de 2023, no segundo ano, na cidade de Dourados/MS, localizada nas coordenadas geográficas 22°11'53" de latitude sul e 54°56'20" de longitude oeste, com altitude de 463 metros.

5.2.2 Clima da região

O clima da região de Dourados foi classificado por Köppen como tropical Cwa (clima subtropical úmido), mesotérmico úmido com verão quente e chuvoso (ALVARES *et al.*, 2013). No 1º ano, as precipitações anuais durante o período experimental totalizaram 514,3 mm, com o maior volume registrado em 18/08/2022 (77,0 mm). A temperatura média anual foi de 19,1°C e a média da umidade relativo do ar foi de 74,45%. As menores temperaturas observadas foram 0,2°C, registradas em 20/05/2022 e 12/06/2022, enquanto a maior temperatura foi de 27,5°C (Figura 16). Já no 2º ano, as precipitações anuais somaram 523,5 mm, com o maior volume registrado em 08/10/2023 (63,9 mm). A temperatura média anual foi de 21,4°C e a média da umidade relativo do ar foi de 75,15%. As menores temperaturas foram 0,9°C, registrada em 15/07/2023, e a maior temperatura observada foi de 32,2°C (Figura 17).

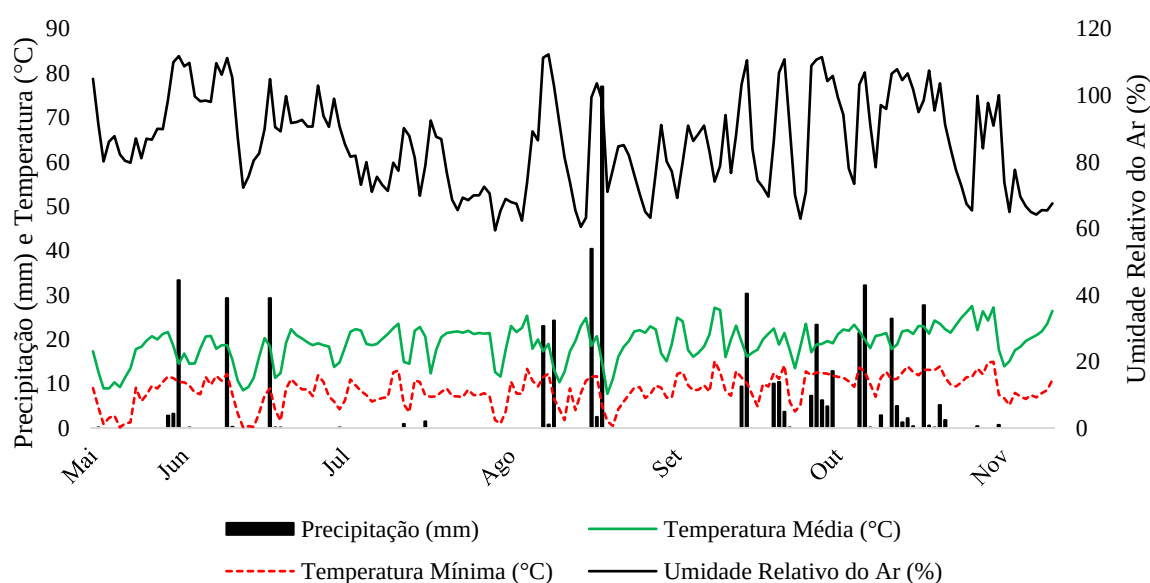


Figura 16: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS

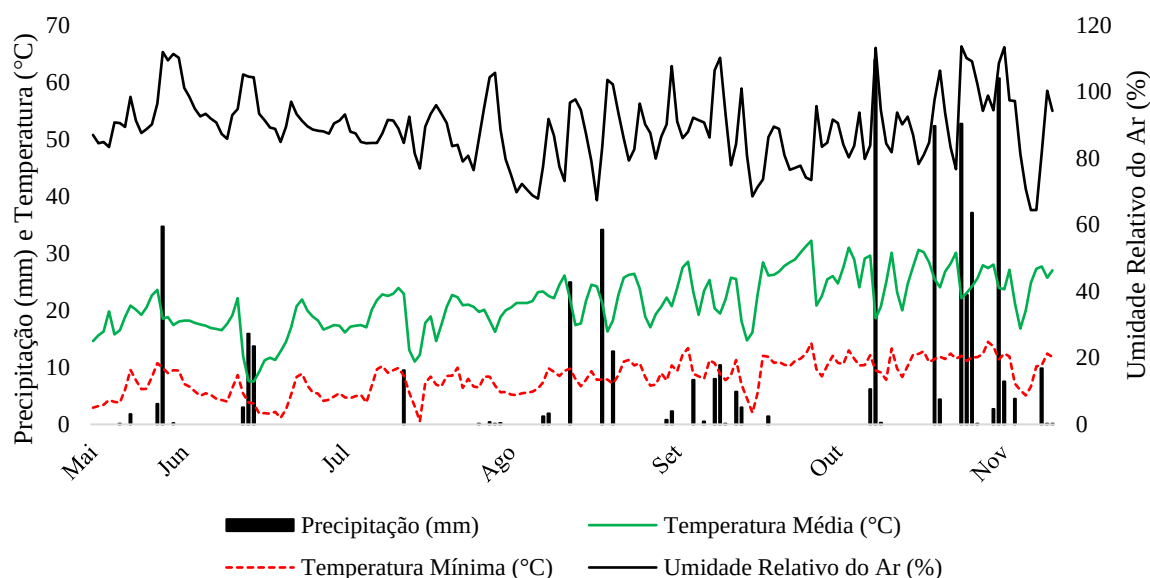


Figura 17: Valores de precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS

Legenda: barras pretas representa os valores diários da pluviometria no ano. Linha preta representa os valores diários da umidade relativo do ar (%) no ano. Linha vermelho representa os valores diários da temperatura mínima (°C) no ano. Linha verde representa os valores diários da temperatura média (°C) no ano.

5.2.3 Caracterização do solo da área experimental

O solo da unidade experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2018). A análise química do solo, realizada nas profundidades de 0–0,20 m e 0,20–0,40 m, revelou uma textura composta por 68% de argila, 11% de silte e 21% de areia, conforme apresentado na Tabela 24. As coletas do solo foram realizadas em 23/05/2022 e 24/05/2023.

Tabela 24: Análise química do solo nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m

Anos	Camadas (m)	pH	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	V (%)	K	Ca	Mg	H+Al	Al
						cmolc dm ⁻³				
Ano 1	0,00 - 0,20	5,4	28,54	7,6	78,17	0,92	6,33	2,92	2,84	0,00
	0,20 - 0,40	5,1	19,41	4,7	78,54	0,83	5,27	2,21	2,27	0,00
Ano 2	0,00 - 0,20	5,0	24,85	8,4	62,92	0,48	6,37	2,94	5,77	0,00
	0,20 - 0,40	4,7	19,63	4,3	51,19	0,25	4,42	1,78	6,15	0,37

P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; M.O = matéria orgânica; V (%) = saturação de bases; Mg = magnésio; H+Al = acidez potencial; Al = alumínio trocável;

5.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com parcelas com e sem irrigação. Cada parcela foi composta pelo capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça exclusivo, sobressemeado com *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda e *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61, com 4 repetições, totalizando 24 coletas (Tabela 46). As dimensões das subparcelas foram de 15 m × 7,5 m (112,5 m²) para as aveias e 15 m × 15 m (225 m²) para o capim Mombaça exclusivo, perfazendo um total de 450 m² parcela⁻¹. Na parcela irrigada foram instalados seis aspersores com diâmetro molhado de 15 m, dispostos em espaçamento de 15×15 m (Figura 18).

Tabela 25: Esquema experimental (fatores e níveis)

Fator	Níveis	Variáveis
Irrigação	2	Com a Irrigação; Sem a Irrigação
Sobressemeadura	3	MB exclusivo; MB + IPR Esmeralda; MB + Iapar 61
Ano	2	Ano 1; Ano 2

Tabela 26: Esquema da análise de variâncias

Variáveis	GL
Bloco	3
Aveia	2
Ano	1
Aveia*Ano	2
Erro 1	15
Irrigação	1
Irrigação*Aveia	2
Irrigação*Ano	1
Irrigação*Aveia*Ano	2
Erro 2	18
Total	24

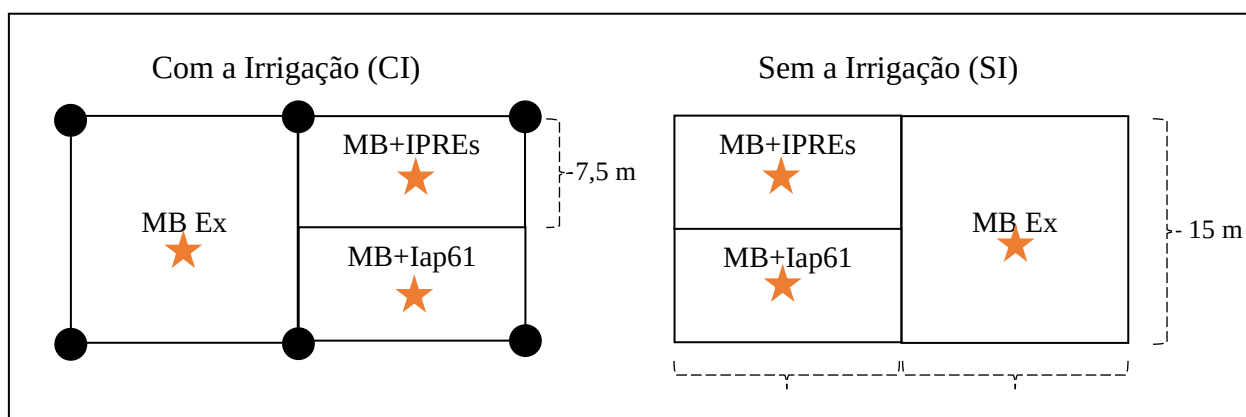




Figura 18: Croquis da área experimental

5.2.5 Manejo de irrigação

5.2.5.1 Determinação da lâmina de irrigação

O tempo de irrigação (T_i), em cada evento, foi determinado pela seguinte equação:

$$T_i = Li/Ia \quad (01)$$

Onde:

T_i = tempo de irrigação (h)

Li = lâmina de irrigação (mm)

Ia = intensidade de aplicação (igual a $2,14 \text{ mm h}^{-1}$)

A lâmina de irrigação foi determinada da seguinte forma:

$$Li = ET_o.Kc.Tr \quad (02)$$

Onde:

ET_o = evapotranspiração histórica de referência (mm)

Kc = coeficiente de cultura (adimensional)

Tr = turno de rega (dias)

Como no capim é comum considerar $Kc = 1$ e, como, a irrigação foi diária (exceto em umidade superior a 24%), ou seja, Tr também igual 1, pode-se simplificar a equação 02 da seguinte forma:

$$Li = ET_o \quad (03)$$

5.2.5.2 Manejo e monitoramento da umidade do solo

O manejo da irrigação foi realizado diariamente, com lâminas d'água definidas em função da evapotranspiração histórica registrada para cada mês, utilizando aspersores de baixa vazão instalados em espaçamento de $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$. A intensidade de aplicação (IA) foi determinada no local, obtendo-se o valor de $2,14 \text{ mm h}^{-1}$ sob pressão de 30 mca. O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) também foi avaliado na mesma ocasião, obtendo-se um valor de 89,4%. A umidade do solo foi monitorada diariamente por sensor tipo FDR (frequência no domínio do tempo), conectado ao controlador de irrigação. A irrigação foi

interrompida sempre que a umidade do solo excedeu 24% (12 kPa), equivalente à capacidade de campo.

Para fins de comparação dos valores de tensão de água no solo, seis tensiômetros foram instalados a 0,20 m de profundidade, sendo três entre as subparcelas irrigadas e três entre as não irrigadas. A tensão de água no solo e a lâmina de irrigação foram medidas duas vezes por semana (todas as terças e sextas-feiras).

No 1º ano, a lâmina acumulada de irrigação durante o período experimental foi de 352,1 mm, distribuída em 96 eventos (dias), com demanda máxima semanal de 15,9 mm. As médias das tensões de água no solo (TAS) foram de 14,41 kPa na área irrigada e 19,36 kPa na área sem irrigação, enquanto as médias das TAS mínima e máxima foram de 9,30 e 28,07 kPa, respectivamente (Figura 19).

No 2º ano, a lâmina acumulada de irrigação durante o período experimental foi de 421,4 mm, distribuída em 124 eventos (dias), com demanda máxima semanal de 18,8 mm. As médias das tensões de água no solo (TAS) foram de 15,30 kPa na área irrigada e 19,59 kPa na área sem irrigação, enquanto as médias das TAS mínima e máxima foram de 10,93 e 27,13 kPa, respectivamente (Figura 20).

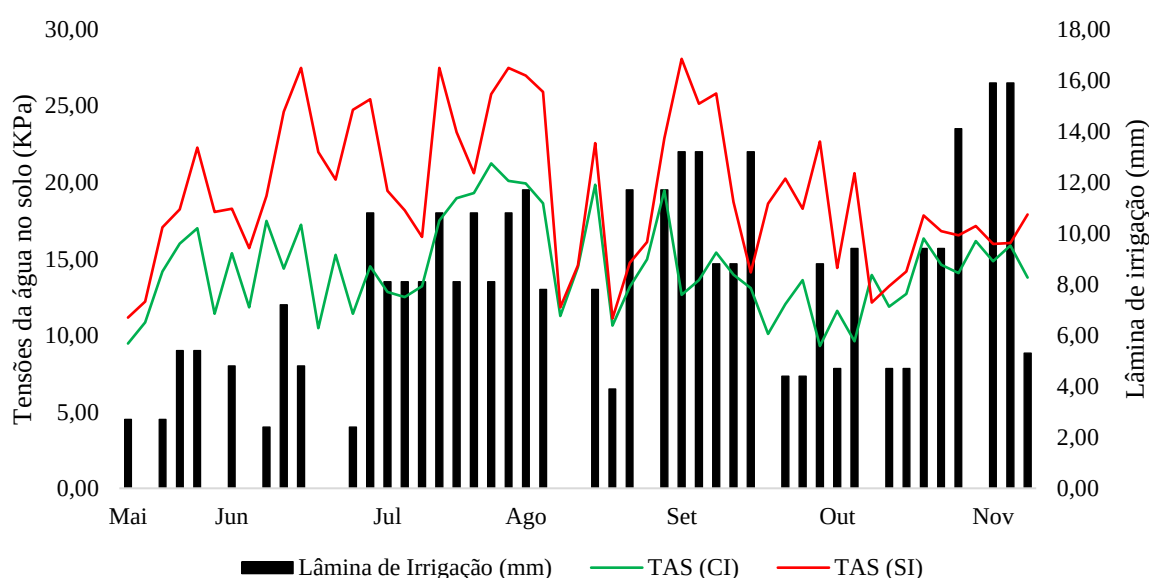


Figura 19: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 1º Ano de 15 maio a 10 novembro 2022. Dourados/MS

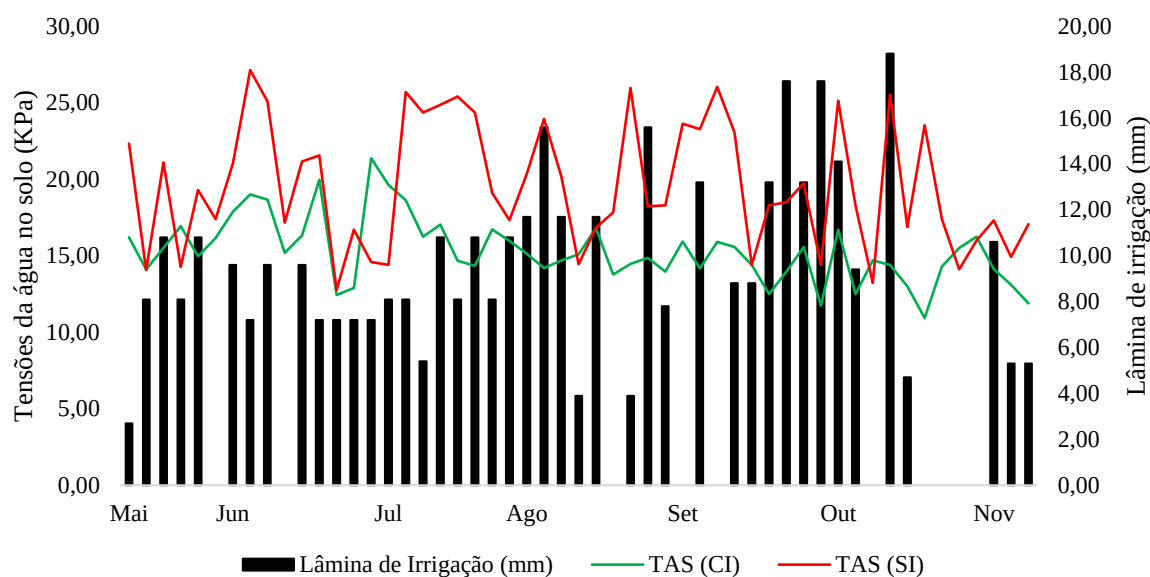


Figura 20: Valores de lâminas de irrigação e tensões de água no solo, com e sem a irrigação, durante o 2º Ano de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS

Legenda: barras pretas represente a lâmina de irrigação aplicada durante ao ano. Linha verde representa a tensão da água no solo CI no ano. Linha vermelho representa a tensão da água no solo SI no ano, dos tensiômetros instaladas na área.

5.2.6 Coleta de biomassas

As coletas foram realizadas nas seguintes alturas de entrada: 0,70 a 0,90 m para a Mombaça e 0,30 a 0,35 m para as aveias. Após a coleta, as áreas foram rebaixadas a 40% da altura do dossel. A coleta foi realizada utilizando um quadro de 0,5 m² (1 m × 0,5 m), uma régua e uma foice de poda. Após a coleta, o piquete foi liberado para o pastejo dos animais até atingir a altura de dossel preestabelecida, e a parcela recebeu a adubação de cobertura correspondente a 30 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ na forma de ureia (46-00-00), no máximo 24 horas após a retirada dos animais do piquete.

5.2.7 Procedimentos de secagem e pesagem

No laboratório, as coletas foram submetidas à separação morfológica, subdivididas em folha, colmo e material senescente. Após a separação, os capins foram encaminhados para estufa com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas para determinação da matéria seca (MS). Posteriormente, as amostras secas foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g. Após a secagem, as coletas foram moídas em moinho de material vegetal e armazenadas para uso posterior em análises bromatológicas no laboratório de RASPA.

5.2.8 Parâmetros avaliados

Os dados foram organizados em porcentagem de matéria seca para determinar a produtividade total de matéria seca (PTMS), composto por massa seca de folha e caule (MSF e MSC) e porcentagem de material senescente (PMS), altura (ALT), relação folha/colmo (RFC). Os valores de MSF, MSC, e MSMS foram utilizados para calcular a produtividade total de matéria seca (PTMS, Mg ha^{-1}), conforme a Equação (04)

$$\text{PTMS} = (\text{MSF} + \text{MSC} + \text{MSMS}) \quad (04)$$

Onde:

PTMS - produtividade total de matéria seca, Mg ha^{-1}

MSF - massa seca de folhas, Mg ha^{-1}

MSC - massa seca de colmos, Mg ha^{-1}

MSMS - Massa seca de material senescente, Mg ha^{-1}

Posteriormente, subamostras da matéria seca foram utilizadas para análises bromatológicas, empregando o método de Kjeldahl para determinação de proteína bruta (PB, %), as técnicas de VAN SOEST para fibra em detergente neutro (FDN, %) e fibra em detergente ácido (FDA, %), e o método de TILLEY e TERRY (adaptado) para a digestibilidade in vitro (DIV, %), conforme Da SILVA et al. (2017) e DETMANN et al. (2021).

5.2.9 Análise de variância

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância com a programa SISVAR, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) quando observadas diferenças significativas.

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Produtividade Total

5.3.1.1 Produtividade total de matéria seca

A partir da análise de variância, houve efeitos significativos no parâmetro da produtividade total da massa seca (PTMS), considerando diferentes anos, irrigação e sobresemeadura com intervalo de confiança de 95%. Observou-se uma diferença de $1,65 \text{ Mg ha}^{-1}$ na produtividade geral no 1º ano de avaliação ($p < 0,05$), com um aumento da produtividade média anual de $10,80 \text{ Mg ha}^{-1}$ em função da irrigação. A irrigação proporcionou um desempenho superior em 133,96% da PTMS comparado ao sistema sem irrigação (SI), com produtividade média de $18,87$ e $8,07 \text{ Mg ha}^{-1}$ para os tratamentos com irrigação (CI) e sem

irrigação (SI), respectivamente. Os resultados indicaram um aumento significativo na capacidade de suporte animal por hectare (UA ha⁻¹) no período de inverno. As médias gerais encontradas em função da sobressemeadura foram de 11,89; 13,93 e 14,58 Mg ha⁻¹ para MB Exclusivo, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. Os menores valores anuais de produção foram observados no 2º ano, com 11,78 e 10,39 Mg ha⁻¹ referentes aos tratamentos MB+IPREs e MB+Iap61 (Tabela 27).

Tabela 27: Produtividade total de massa seca (PTMS, Mg ha⁻¹) com a sobressemeadura e a irrigação durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	MB Ex (Mg ha⁻¹)	MB+IPREs (Mg ha⁻¹)	MB+Iap61 (Mg ha⁻¹)	Média
Ano 1	10,51 bB	17,38 aA	17,47 aA	15,12 a
Ano 2	13,28 aA	11,78 bB	10,39 cB	13,47 b
CI	16,99 cA	20,73 aA	18,90 bA	18,87 a
SI	6,79 cB	8,43 bB	8,97 aB	8,07 b
Média	11,89 c	13,93 b	14,58 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade irrigada superou a do sistema sem irrigação com diferenças de 10,20; 12,29 e 9,93 Mg ha⁻¹ para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. A produtividade das áreas sobressemeadas com irrigação foi superior em 5,60 e 7,08 Mg ha⁻¹ em relação ao sistema sem irrigação, referentes ao MB+IPREs e MB+Iap61. Independentemente da irrigação, as parcelas mais produtivas foram as áreas sobressemeadas no 1º ano, com médias de 22,15 e 21,68 Mg ha⁻¹ de massa seca, enquanto as menos produtivas apresentaram valores de 4,26 e 4,67 Mg ha⁻¹, respectivamente para MB+IPREs e MB+Iap61 (Figura 21).

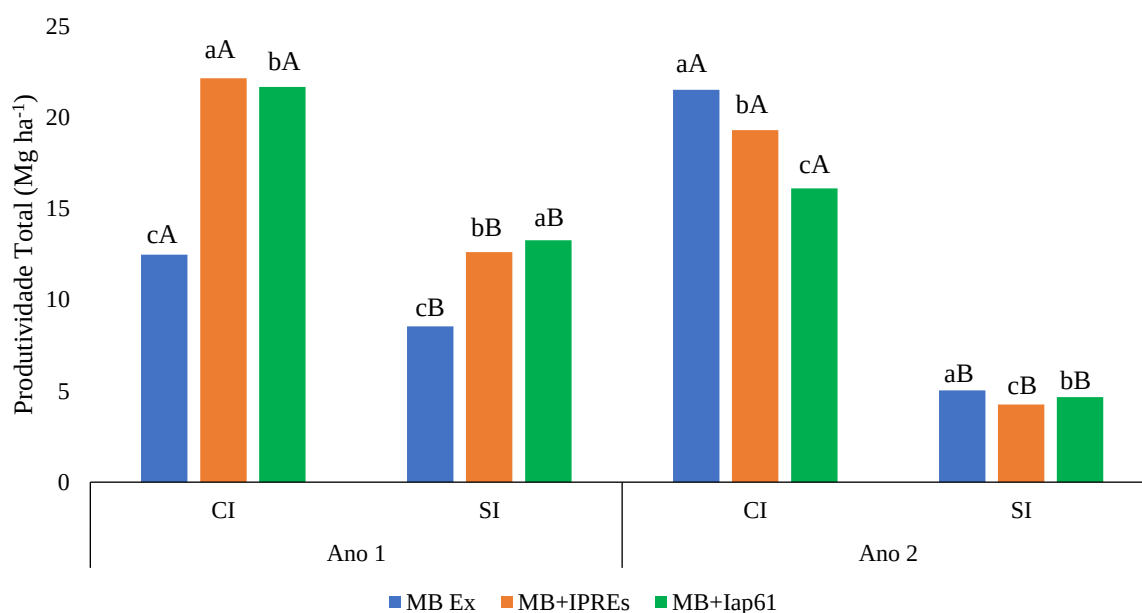


Figura 21: Produtividade Total por parcela (Mg ha^{-1}) do capim Mombaça sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + Avena Sativa L. cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + Avena Strigosa Schreb. cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

No 1º ano, na sobressemeadura MB+IPREs com irrigação (CI), foi constatado acúmulo de precipitação de 514,30 mm, aliado à reposição da lâmina de irrigação de 352,10 mm, aplicada em 96 eventos (dias), com tensão média de água no solo em torno de 14,41 KPa, em 9 ciclos de coleta durante os 180 dias de experimentação. Esses fatores contribuíram para o bom desempenho, proporcionando uma produtividade total de $22,15 \text{ Mg ha}^{-1}$. Os ciclos de coleta nas áreas sobressemeadas foram de 9 e 6 para CI e SI no 1º ano, e 4 e 1 para CI e SI no 2º ano, respectivamente. Nas áreas sem sobressemeadura SS foram realizados três e dois ciclos de coleta tanto para a área irrigada quanto para a área sem irrigação no primeiro ano, no segundo ano, por sua vez, foram realizados dois e um ciclos de coleta para as áreas com e sem irrigação, respectivamente. Na SS do 2º ano, foram encontrados os maiores e menores valores de produtividade: 21,52 e $5,04 \text{ Mg ha}^{-1}$, referentes a CI e SI, respectivamente. Na SS com CI no 2º ano, as precipitações foram de 282,1 e 343,2 mm, acrescidas de lâminas de irrigação de 247,6 e 138,9 mm, com temperaturas médias de 21,00 e 26,72 °C, ciclos de 103 e 52 dias, e alturas de 100 e 110 cm, resultando em produtividades de 7,392,15 e $14,13 \text{ Mg ha}^{-1}$, totalizando uma PTMS de $21,52 \text{ Mg ha}^{-1}$.

No entanto, no 2º ano, foi constatado um aumento de temperatura de 2,33 °C (Figura 1) e um total de 26 eventos pluviométricos, com tensão média de água no solo em torno de 17,45 KPa. Esses fatores contribuíram para a redução do desempenho produtivo, com média de acúmulo de matéria seca de 4,65 Mg ha⁻¹. A coleta foi realizada nos dias 28/09/2023 (SS) e 19/09/2023 (CI), após 127 e 118 dias do início da experimentação, respectivamente, em condições de maior temperatura média (21,38 °C) e mínima (13,95 °C), e tensões de água no solo de 15,30 KPa no CI e 19,59 KPa no SI. Nessas condições climáticas, a produtividade no SI foi inferior à do CI, principalmente devido à menor produção de aveia sem irrigação, refletindo na menor competitividade do capim Mombaça não irrigado. Essas condições impediram que a forragem atingisse a altura ideal para pastejo na área SI.

A distribuição das chuvas e os estádios fenológicos das aveias nos dois anos de avaliação evidenciam a forte influência das condições hídricas sobre o desenvolvimento das plantas. No 2º ano, o déficit hídrico coincidiu com o estágio de alongação, resultando em menor perfilhamento e antecipação da senescência, enquanto no 1º ano a maior disponibilidade de água durante a fase vegetativa prolongou a manutenção de folhas jovens e favoreceu a rebrota. A irrigação atuou diretamente nos processos fisiológicos das plantas, mantendo o potencial hídrico foliar, o turgor celular e a atividade fotossintética, o que estimula o crescimento, o perfilhamento e retarda a senescência. Esses mecanismos resultam em maior acúmulo de matéria seca, teores mais elevados de proteína bruta e melhor digestibilidade da forragem (TAIZ et al., 2017; CARVALHO et al., 2017). AMARAL et al. (2025) também observaram que a irrigação em gramíneas tropicais aumentou a produção de massa seca, o número de perfilhos e reduziu o período de rebrota em relação às condições de sequeiro.

Em contrapartida, o déficit hídrico provoca fechamento estomático, redução da fotossíntese e maior alocação de carbono em tecidos estruturais, elevando os teores de FDN, FDA e lignina, o que compromete a qualidade da forragem (REIS et al., 2020; SANTOS et al., 2021). A sobressemeadura, por sua vez, introduz espécies de ciclo anual e fenologia distinta, aumentando a densidade de folhas no dossel, a relação folha/colmo e o teor de proteína e digestibilidade. Em pastos de capim Mombaça, essa prática elevou a disponibilidade de massa seca e a proporção de lâminas foliares, demonstrando potencial para melhorar a qualidade e reduzir a sazonalidade da produção (CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018).

5.3.1.2 Taxa de acúmulo de forragem

Transformando os resultados da PTMS em taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$), a produtividade na SS foi de $94,36 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no CI e $37,75 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no SI. DIALLO *et al.* (2023), em estudo sobre a produtividade de capins tropicais, registraram para a Mombaça valores de $135,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no CI e $112,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no SI, valores superiores aos encontrados nesta pesquisa, que foram de $119,56$ e $69,15 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ na SS. ANDRÉ *et al.* (2024), em estudo sobre a produção do capim Mombaça cultivado a pleno sol, com adubação nitrogenada (N) e precipitação acumulada de $1678,8 \text{ mm}$ em 203 dias, observaram uma taxa de acúmulo de forragem (TAF) de $205 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$. GALINDO *et al.* (2018a) e BARBEDO *et al.* (2020) reportaram TAF de $79,23$ e $82,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, valores superiores à produtividade encontrada na Mombaça sem irrigação (SI) no 1º ano SS. MOTA *et al.* (2020) também encontrou valor superior, de $53,61 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no 2º ano SS.

Na sobressemeadura, obtiveram-se médias diárias de PTMS de $98,96$ e $55,13 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ para os sistemas com e sem irrigação, respectivamente. Esses dados são coerentes com o maior acúmulo de forragem em pastagens irrigadas, que podem ultrapassar $96 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (FONSECA *et al.*, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2013), embora haja grande variação nos resultados em condições de sobressemeadura. Sem irrigação, em trabalhos com aveia, as taxas de acúmulo variam de 20 a $66 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (ROCHA *et al.*, 2007; OLIVO *et al.*, 2010; NERES *et al.*, 2011; CASTAGNARA *et al.*, 2012). Com irrigação, MOREIRA *et al.* (2006a) alcançou, em área sobressemeada (CS), valor de $105,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$. Na sobressemeadura com irrigação (CI) no 1º ano, as taxas foram de $123,07$ e $120,44 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ para Mg5+IPREs e Mg5+Iap61, respectivamente, superando o valor de $105,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ obtido por MOREIRA *et al.* (2006b). BUENO *et al.* (2019) também reportou TAF de $84,99 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, valor inferior ao encontrado nesta pesquisa para sobressemeadura com MB+Iap61 ($120,44 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no 1º ano). A produtividade no CI de $123,07 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ na sobressemeadura com aveia MB+IPREs no 1º ano aproxima-se do resultado encontrado por JESUS *et al.* (2021a), que, utilizando doses de nitrogênio (N) no CI, obtiveram produtividade de $119 \text{ kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ com 50 kg N ha^{-1} por corte.

A velocidade com que uma planta forma ou reconstitui sua área foliar determina sua taxa de crescimento e a produtividade da biomassa. O maior dano à rebrotação ocorre pela remoção das lâminas foliares recém-nascidas. Desfolhas repetidas comprometem o sistema radicular, resultando em redução da recuperação das plantas (MARIANO *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2021; PAIVA *et al.*, 2023). A redução da capacidade de interceptação da luz, causada pela desfolhação, diminui a área foliar da planta e,

consequentemente, a taxa fotossintética (COSTA *et al.*, 2021; SBRISSIA e BARRETA, 2022). À medida que a área foliar residual diminui e a intensidade de desfolha aumenta, as taxas iniciais de acúmulo de forragem diminuem e o período de rebrotação se prolonga (SBRISSIA e BARRETA, 2022). Além disso, uma área foliar residual muito baixa retarda o crescimento, limitando a interceptação da radiação e a capacidade fotossintética (SBRISSIA *et al.*, 2018; SBRISSIA e BARRETA, 2022).

5.3.2 Estrutura do dossel (altura do dossel e Manejo)

A estrutura do pasto pode ser definida como a distribuição e o arranjo dos componentes da parte aérea da planta dentro de uma comunidade (COUTINHO *et al.*, 2020; FERNANDES *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2023). No capim Mombaça, não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas com irrigação (CI) e sem irrigação (SI) nas áreas sobressemeadas com MB+IPREs e MB Ex, exceto para o tratamento MB+Iap61, que apresentou 4,24 cm. No 2º ano, as alturas foram de 20,73 cm; 7,73 cm e 4,76 cm, referentes respectivamente a MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61. O maior valor de altura foi observado no MB Ex no 2º ano, com 104,38 cm no CI e 89,25 cm no SI. Para as aveias (MB+IPREs e MB+Iap61), as alturas no 2º ano foram 46,38 cm e 43,50 cm no CI e SI, respectivamente (Tabela 28).

Tabela 28: altura (ALT, cm) do capim Mg-5 sobressemeados com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	MB Ex (cm)	MB+IPREs (cm)	MB+Iap61 (cm)
Ano 1	(CI)	70,31 aB	38,72 bB	34,50 cA
	(SI)	81,88 aB	37,96 bB	32,54 cB
Ano 2	(CI)	104,38 aA	46,38 bA	33,06 cA
	(SI)	89,25 aA	45,75 bA	43,50 bA

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

As maiores alturas foram observadas no 2º ano, independentemente da sobressemeadura e da irrigação, apesar da produtividade ter sido menor em comparação ao 1º ano, provavelmente devido ao menor número de coletas. No MB Ex, a maior altura foi no CI do 2º ano, com 104,38 cm e uma produtividade total de matéria seca (PTMS) de 21,52 Mg ha⁻¹, contra 70,31 cm e 12,47 Mg ha⁻¹ no 1º ano. Nas áreas sobressemeadas com aveias, as maiores alturas foram de 45,75 cm e 46,38 cm, com PTMS de 4,26 e 19,30 Mg ha⁻¹, respectivamente.

A parcela que apresentou maior altura, independentemente da irrigação e da sobressemeadura, foi a de 104,38 cm, com uma porcentagem de material senescente de 6,20%. Já o maior percentual de material senescente (11,16%) foi registrado para altura de 89,25 cm no MB Ex no 2º ano no sistema sem irrigação (SI). Essa altura (89,25 cm) apresentou uma média de relação folha: colmo (RFC) de 3,74, enquanto a maior altura (104,38 cm) apresentou RFC de 5,05, valor superior aos demais. As maiores alturas observadas no 2º ano, bem como nos sistemas irrigados, refletem as melhores condições climáticas e hídricas desses períodos e/ou sistemas produtivos. Como reflexo da maior taxa de acúmulo de matéria seca no 2º ano, observou-se a maior altura do dossel (104,38 cm), que se diferenciou dos demais tratamentos, independente da sobressemeadura e ano de avaliação. Esse comportamento pode ser explicado pelo menor número de coletas realizadas no 2º ano, o que influenciou o desenvolvimento do capim. Alturas inferiores, entre 56 cm e 60,18 cm, são relatadas na literatura (REIS *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2024), assim como alturas semelhantes entre 85 cm e 104 cm (ARAÚJO *et al.*, 2019; BATISTA *et al.*, 2020a; BITTAR *et al.*, 2022; GALINDO *et al.*, 2018a; MOTA *et al.*, 2020; SIMONETTI *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2020).

O desempenho dos animais em pastagens está diretamente relacionado à disponibilidade e ao valor nutritivo do pasto. Pastagens bem manejadas, com práticas adequadas de manejo do gado e escolha do sistema de pastejo, podem maximizar a produção e assegurar a persistência da forragem. Um fator-chave é o monitoramento da altura da pastagem, pois a altura influencia a qualidade da forragem disponível, que por sua vez afeta o consumo e o desempenho animal. SBRISSIA e BARRETA (2022) demonstraram que o manejo das pastagens em alturas adequadas resulta em maior consumo de forragem e melhor desempenho dos animais. Embora a altura do dossel esteja diretamente relacionada ao potencial produtivo da pastagem, pastos com forrageiras de hábito estolonífero e rizomatoso muito altos não são desejáveis, pois promovem sombreamento das folhas basais dos perfilhos (EUCLIDES *et al.*, 2014; SBRISSIA *et al.*, 2018). Como consequência, pastagens altas apresentam maiores concentrações de colmo e tendem a ter menor relação folha: colmo, impactando negativamente a qualidade do pasto e o potencial de rebrota das forragens (SBRISSIA e BARRETA, 2022).

O estágio de desenvolvimento da forrageira assume grande importância para elevar a produção animal, pois está diretamente associado ao consumo de matéria seca com alta proporção de folhas, proteínas e digestibilidade (CRUZ *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019). Plantas mais jovens apresentam melhor digestibilidade, enquanto plantas mais velhas têm menor valor digestivo (CRUZ *et al.*, 2021). O crescimento e desenvolvimento da planta dependem da quantidade de folhas expostas à luz solar (SOUZA *et al.*, 2020). Dessa forma,

quanto maior a área foliar exposta, maior será o crescimento e a produção de massa da forrageira. Pastagens que ultrapassam a altura ideal de manejo acumulam quantidades cada vez maiores de material senescente e colmos, que possuem baixo valor nutritivo e baixo consumo pelos animais (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021).

A irrigação modula o alongamento dos estolões, favorecendo o crescimento de folhas jovens na camada superior do dossel, retardando a senescência e promovendo rebrota mais vigorosa (CARVALHO *et al.*, 2017; TAIZ *et al.*, 2017). Em contrapartida, o déficit hídrico limita a alongação, resultando em dosséis mais baixos, com maior proporção de colmos e menor produtividade (SOUZA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Assim, a altura ideal deve equilibrar a proporção folha/colmo, mantendo predominância de folhas jovens, maior teor de PB e menor acúmulo de fibras estruturais.

5.3.3 Qualidade da forragem

5.3.3.1 Relação folha/colmo

No comportamento ingestivo dos animais no consumo de forragem, a relação folha: colmo (RFC) é uma característica fundamental, especialmente em gramíneas tropicais (FERNANDES *et al.*, 2017; GOMIDE *et al.*, 2007). Houve efeitos significativos no parâmetro da RFC, considerando diferentes sistemas de irrigação, tipos de aveias e anos, com intervalo de confiança de 95%. Assim como observado para a altura do dossel, a RFC foi significativamente alterada ($p < 0,05$) em função do uso da irrigação e do ano de avaliação. Pesquisas indicam que valores de RFC acima de 1,0 significam elevado teor de proteína, melhor digestibilidade e maior consumo, atendendo às exigências nutricionais dos ruminantes e promovendo maior sustentabilidade nos sistemas produtivos (SILVA *et al.*, 2024). As médias gerais da RFC foram de 3,22 e 4,26 para o 1º e 2º ano, respectivamente, enquanto nas áreas sobressemeadas os valores foram 4,38, 3,41 e 3,44 para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente (Tabela 29). Os maiores valores médios da RFC foram observados no 2º ano, com 4,40; 4,25 e 4,14, embora o número de coletas tenha sido inferior ao do 1º ano, que apresentou valores de 4,36; 2,57 e 2,74 para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente.

Tabela 29: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	MB Ex (%)	MB+IPREs (%)	MB+Iap61 (%)	Média
Ano 1	4,36 bA	2,57 aB	2,74 aB	3,22 b
Ano 2	4,40 aA	4,25 aA	4,14 aA	4,03 a
CI	4,70 aA	3,00 bB	3,48 aB	3,73 a
SI	4,05 bA	3,82 aA	3,41 aA	3,76 a
Média	4,38 b	3,41 a	3,44 a	

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Os menores valores de RFC foram 2,53 e 2,61 no 1º ano, comparados a 3,74 e 3,47 no 2º ano. Os maiores valores foram observados no sistema com irrigação (CI), atingindo 4,37; 5,05 e 5,02 para MB Ex nos anos 1 e 2, e para MB+IPREs. Independentemente do ano e da irrigação, os menores RFCs foram encontrados nas sobressemeaduras, com valores de 2,53 e 2,61 no MB+IPREs, 2,71 e 2,78 no MB+Iap61, e 3,74 no MB Ex. Os maiores valores foram 5,02 para MB Ex e MB+IPREs. Como reflexo da menor produtividade total de massa seca (PTMS) no sistema sem irrigação (SI) do 2º ano, observaram-se os maiores valores de RFC (3,74; 5,02 e 4,04), que coincidiram com os maiores percentuais de material senescente (11,16%; 9,86% e 10,97%) para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente (Figura 22).

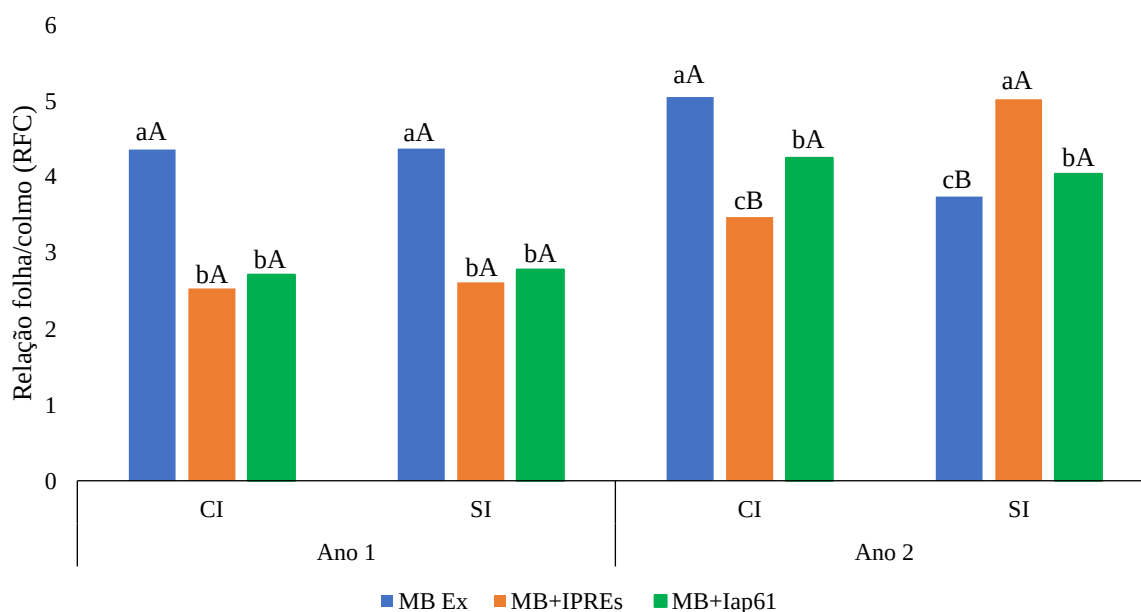


Figura 22: Relação folha/colmo (RFC) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de RFC encontrados (5,02 no CI e 5,05 no SI) são comuns para capins tropicais, com literatura registrando valores entre 3 e 6 (ARAÚJO *et al.*, 2018; CARVALHO *et al.*, 2017; JESUS *et al.*, 2021b; MOCHÉL-FILHO *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2021). Alguns autores relataram RFCs mais elevados, entre 5,75 e 9,77 (ARAÚJO *et al.*, 2019; DIALLO *et al.*, 2023; REIS *et al.*, 2024), superiores às médias encontradas nesta pesquisa, sem depender da sobressemeadura. Por outro lado, valores entre 2,50 e 3,50 são relatados para sobressemeaduras com aveia IPR Esmeralda ou Iapar 61 (SILVA *et al.*, 2015; MEDEIROS *et al.*, 2024; DIALLO *et al.*, 2023; LIMA *et al.*, 2023).

Os RFCs superiores a 4 encontrados neste trabalho podem estar relacionados à maior frequência de coletas (cortes). O RFC menor no CI pode ser explicado pelo hábito de crescimento ereto dos capins *Megathyrsus maximus*. O capim Mombaça apresentou RFC maior quando cultivado isoladamente (MB Ex), provavelmente porque as folhas das aveias são menores, o que reduz a média geral; além disso, o manejo com altura de corte inferior ao recomendado para capins tropicais pode ter contribuído para redução da área foliar.

Nos capins, os colmos são afilados e também consumidos pelos ruminantes durante o pastejo. A porcentagem de colmo desempenha papel importante na sustentação e crescimento da planta, bem como na resistência ao pastejo (REZENDE *et al.*, 2021). Plantas com hábito estolonífero e rizomatoso têm a altura do dossel diretamente relacionada ao potencial produtivo da pastagem. Sabe-se que pastagens acima da altura ideal promovem sombreamento das folhas basais dos perfilhos (EUCLIDES *et al.*, 2014; SBRISSIA *et al.*, 2018), resultando em menor relação folha: colmo, maiores concentrações de colmo e impacto negativo na qualidade do pasto e no potencial de rebrota (SBRISSIA e BARRETA, 2022). O desenvolvimento e crescimento da planta dependem da quantidade de folhas expostas à luz solar (SOUZA *et al.*, 2020). Assim, quanto maior a área foliar exposta, maior a produção de massa e o crescimento da forrageira. Dosséis forrageiros que ultrapassam a altura ideal de manejo acumulam quantidades crescentes de material senescente e colmos, que possuem baixo valor nutritivo e são pouco consumidos pelos animais (SOUZA *et al.*, 2020; CRUZ *et al.*, 2021).

O manejo da irrigação influencia diretamente esse processo, visto que a disponibilidade hídrica adequada mantém folhas jovens, eleva a taxa fotossintética e favorece o acúmulo de reservas nos colmos, promovendo rebrota mais rápida e vigorosa (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). A sobressemeadura, por sua vez, contribui para o equilíbrio do dossel, introduzindo folhas jovens que mantêm o teor proteico e a digestibilidade, estimulando maior produção de forragem ao longo do ciclo (CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). A eficiência na translocação de nutrientes das folhas senescentes para tecidos de crescimento, associada ao maior vigor e à maior taxa de alongamento foliar, favorece a manutenção de proporção mais elevada de folhas novas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

5.3.3.2 Material Senescente

Houve efeitos significativos no parâmetro do material senescente (MS), considerando diferentes capins, irrigação e aveias, com intervalo de confiança de 95%. As proporções de material senescente foram maiores com o uso da irrigação (4,20% vs 9,50%) e também apresentaram variação entre os anos, com valores de 4,74% e 7,76% para o 1º e 2º ano, respectivamente, porém sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$). De modo similar, observou-se diferença entre os anos de avaliação (4,21% vs 8,79%), com médias gerais de 6,30%, 5,92% e 6,53% para MB Exclusivo, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. O 2º ano apresentou os maiores valores de MS, com 8,62%, 6,31% e 8,28% para MB Exclusivo, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente (Tabela 30).

Tabela 30: Material senescente (MS, %) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

	MB Ex (%)	MB+IPREs (%)	MB+Iap61 (%)	Média
Ano 1	1,95 bB	5,53 aB	4,78 aB	4,09 b
Ano 2	8,68 aA	6,31 bA	8,28 aA	7,04 a
CI	5,05 aA	2,69 aB	4,87 aB	4,20 b
SI	5,58 bA	9,14 aA	8,19 aA	7,64 a
Média	5,32 c	5,92 b	6,53 a	

Legenda: CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L.* cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb.* cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

De maneira geral, estudos têm demonstrado decréscimo na porcentagem de material senescente com o uso da irrigação, variando entre 4,21% e 8,79% (SANCHES *et al.*, 2023). O 2º ano de avaliação apresentou maior material senescente no sistema sem irrigação (SI) comparado ao 1º ano, com valores de 4,96%, 7,10% e 5,38% contra 3,91%, 2,63% e 4,15%

para MB Exclusivo, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. Independentemente do ano, o menor MS foi registrado no 1º ano com irrigação (CI), com valores de 3,91%, 2,63% e 4,15%, enquanto os maiores valores foram encontrados no 2º ano no SI, com 11,16%, 9,86% e 10,97% para MB Exclusivo, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente (Figura 23).

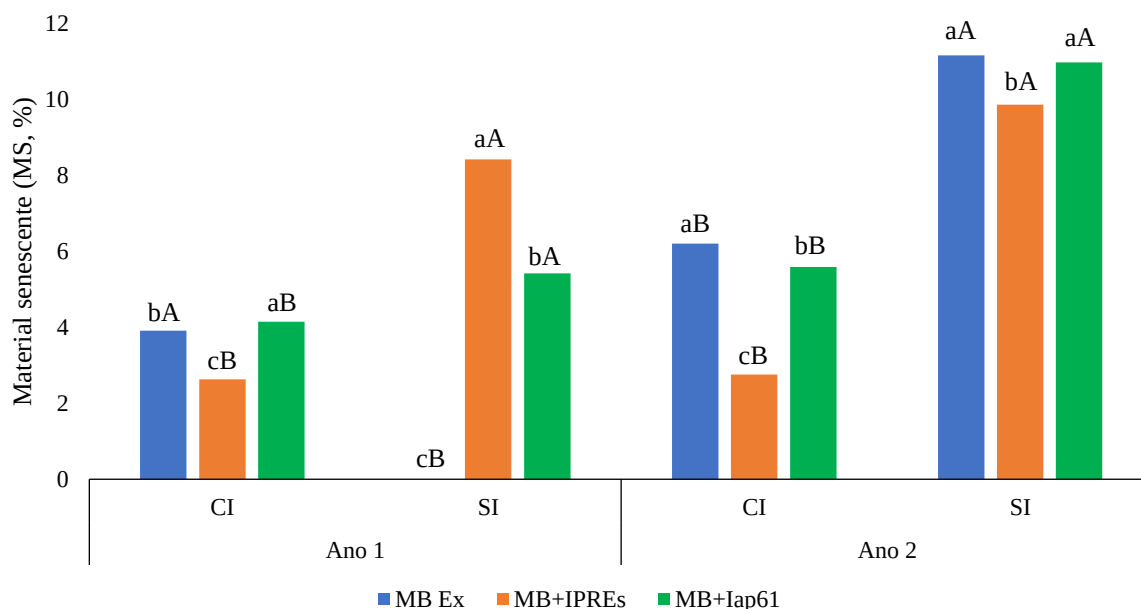


Figura 23: Material senescente (MS, %) do capim Mombaça sobressemeados de aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L. cv. IPR Esmeralda*; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb. cv. Iapar 61*; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Para o capim Mombaça, valores de material senescente entre 4% e 8% são comuns em experimentos com e sem irrigação (ANDRÉ *et al.*, 2024; DIALLO *et al.*, 2023; JESUS *et al.*, 2021; KILL-SILVEIRA, 2020; MOCHEL-FILHO *et al.*, 2016; REIS *et al.*, 2024; SOUZA *et al.*, 2016). No presente estudo, a irrigação reduziu o MS, com valores abaixo de 5% no CI e próximos de 8% no SI. Contudo, os valores elevados de 11,16%, 9,86% e 10,97% observados no 2º ano para MB Exclusivo, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente, foram muito superiores aos relatados na literatura.

Uma das principais causas da senescência em plantas forrageiras é o sombreamento. Quando, no momento do corte ou pastejo, o dossel intercepta mais de 95% da luminosidade, as folhas basais entram em processo de mobilização de nutrientes para o desenvolvimento de novas folhas (EUCLIDES *et al.*, 2014; BARBERO *et al.*, 2021). Esse fenômeno é mais

pronunciado em espécies com hábito de crescimento horizontal e alta capacidade de sombreamento, nas quais pequenas falhas na altura de manejo podem resultar em acúmulo excessivo de material senescente (BARBERO et al., 2021).

O aumento do número de folhas intensifica a competição por luz, provocando o sombreamento das folhas inferiores, que acabam senescendo e formando tecido de baixo valor nutricional, pouco consumido pelos animais (CRUZ et al., 2021). A elevação da proporção de colmos em relação às lâminas foliares, especialmente em fases críticas de crescimento, favorece o acúmulo de material morto e altera a estrutura do pasto (RODRIGUES et al., 2023). Quando o percentual de material senescente ultrapassa 15%, o abafamento dificulta o desenvolvimento de folhas jovens, comprometendo a produtividade. Assim, o controle desse material é essencial para manter a vitalidade e o rendimento das forrageiras (FILHO et al., 2018; LIMA et al., 2023).

O avanço da senescência aumenta os teores de fibras estruturais (FDN, FDA e lignina) e reduz o conteúdo de proteína bruta, resultando em menor digestibilidade e menor ingestão voluntária pelos ruminantes (VAN SOEST, 1994; SANTOS et al., 1999; TAIZ et al., 2017). Além disso, a redistribuição de nutrientes das folhas velhas para colmos e tecidos reprodutivos afeta a qualidade da forragem, sendo influenciada pelo manejo da irrigação e pela sobressemeadura. A irrigação favorece a manutenção de folhas jovens e a rebrota, retardando a senescência; já a sobressemeadura contribui para a renovação do dossel e o aumento do teor proteico e da digestibilidade (CARVALHO et al., 2017; SOUSA et al., 2020; CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018). O manejo equilibrado de irrigação, sobressemeadura e altura de pastejo promove uma relação folha/colmo (RFC) adequada, com predominância de folhas jovens, menores teores de FDN e FDA e maior digestibilidade. Essa integração resulta em forragem de melhor qualidade e maior eficiência de aproveitamento pelos animais (SBRISSIA e DA SILVA, 2008; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022).

5.3.4 Características nutricionais

5.3.4.1 Proteína Bruta

Houve efeitos significativos no parâmetro proteína bruta (PB), considerando diferentes anos, sistemas de irrigação e tipos de aveias, com intervalo de confiança de 95%. Os teores de proteína bruta não apresentaram variações significativas ($p > 0,05$) em função do sistema de irrigação, sendo observados teores médios de 13,66% no sistema com irrigação (CI) e 13,70% no sistema sem irrigação (SI). Em relação às sobressemeaduras, os valores médios de PB foram de 12,00%; 14,49% e 14,53% para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente.

Entretanto, houve diferenças significativas nos teores de proteína entre os tratamentos, com superioridade nas áreas sobressemeadas (14,51%), apresentando níveis protéicos 20,92% maiores em relação ao MB Ex exclusivo. Independentemente do ano, a sobressemeadura proporcionou um aumento na porcentagem de proteína bruta de 2,35 e 2,44 pontos percentuais no CI, e de 2,63 e 2,62 pontos no SI, nos tratamentos MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. De maneira geral, os valores anuais de PB apresentaram diferenças de 2,49 e 2,53 pontos percentuais a mais para MB+IPREs e MB+Iap61 em relação ao MB Ex, representando um aumento de 20,75% e 21,08%, respectivamente. Os maiores percentuais de PB foram de 14,58% e 14,77% para MB+IPREs e MB+Iap61, enquanto os menores valores foram de 12,02% e 11,89% no MB Ex, ambos referentes ao ano 1 e 2 no sistema sem irrigação (SI) (Tabela 31).

Tabela 31: Porcentagem geral da Proteína Bruta (FB; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	MB Ex (%)	MB+IPREs (%)	MB+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	12,08 bA	14,58 aA	14,57 aA	13,74 a
	SI	12,02 bA	14,58 aA	14,77 aA	13,79 a
Ano 2	CI	12,03 bA	14,23 aA	14,43 aA	13,56 a
	SI	11,89 bA	14,57 aA	14,36 aA	13,61 a
Média		12,00 b	14,49 a	14,53 a	

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Diversos autores (ALONSO e COSTA, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; BETHA e TRAVIS, 2021; DANTAS *et al.*, 2016; MEDEIROS *et al.*, 2024; NUNES *et al.*, 2018; SANCHES *et al.*, 2016, 2018 e 2023; SÉRVULO *et al.*, 2024; TOLEDO *et al.*, 2023 e VIÇOSI *et al.*, 2020) relataram incrementos na proteína bruta da ordem de 14% e 15% em pastos irrigados, embora sem diferenças significativas atribuídas diretamente à irrigação. Os valores encontrados neste estudo para as áreas sem sobressemeadas, estão em concordância com os dados desses autores, que apresentaram teores de PB variando de 11,89% a 12,08%.

A forragem disponível em pastagens tropicais, especialmente quando composta por perfilho maduros, normalmente não corresponde à forragem selecionada pelos animais (CRUZ *et al.*, 2021; BARBERO *et al.*, 2021). Diversos estudos demonstram que bovinos em pastejo preferem forragem verde em detrimento da senescente. EUCLIDES *et al.* (2014) observaram que dietas selecionadas por animais em pastagens tropicais continham, em média, 90% de matéria seca verde. Segundo BARBERO *et al.* (2021), a acessibilidade dos componentes preferidos e menos preferidos na dieta é determinada pela preferência do animal, mas também influenciada pela disponibilidade do material. O desempenho dos animais é claramente

influenciado pela distribuição dos componentes de diferentes digestibilidades e pela maturidade da forragem disponível (BARBERO *et al.*, 2021). Os resultados indicam que a irrigação e a sobressemeadura contribuíram para a melhoria desses parâmetros, tornando a forragem mais nutritiva para os animais e garantindo maior ganho de peso.

Neste estudo, a irrigação e a sobressemeadura melhoraram esses parâmetros, tornando a forragem mais nutritiva e favorecendo o ganho de peso dos animais. O aumento do teor de proteína bruta (PB) pode resultar do maior acúmulo de nitrogênio foliar ou da maior densidade de folhas jovens; entretanto, esse efeito positivo pode ser atenuado quando ocorre simultaneamente ao aumento da matéria seca (MS) e à redução da relação folha/colmo (RFC), condições que indicam maior participação de colmos e incremento das frações fibrosas (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISIA e DA SILVA, 2008; VAN SOEST, 1994). Por outro lado, quando o incremento de PB está associado à maior RFC e predominância de folhas jovens, há ganho efetivo de qualidade, pois a forragem combina maior aporte proteico com menores teores de FDN, resultando em melhor digestibilidade e maior consumo pelos animais (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SANTOS *et al.*, 1999; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022; SOUSA *et al.*, 2020).

5.3.4.2 Fibra em detergente neutro

O uso da irrigação não promoveu reduções significativas ($p > 0,05$) nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), observando-se valores médios de 58,18%; 56,48% e 57,37% para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. Contudo, houve diferença significativa nos teores de FDN entre as avaliações, com concentrações de 57,10% e 57,58% para os sistemas com irrigação (CI) e sem irrigação (SI), respectivamente. Os valores médios anuais gerais foram de 57,38% e 57,30% para o ano 1 e ano 2. Nas sobressemeaduras, os valores mais altos de FDN foram encontrados no tratamento MB+Iap61, com 58,65% e 57,69% para os anos 1 e 2, e 57,33% e 59,01% para os sistemas CI e SI, respectivamente. Já os menores valores foram observados no MB+IPREs, com 56,37% e 56,59% nos anos 1 e 2, e 56,79% e 55,79% nos sistemas CI e SI, respectivamente. Independentemente da irrigação e do tipo de sobressemeadura, os maiores valores foram 61,04% e 58,40% para o MB Ex, enquanto os menores foram 55,88% e 55,71% para o MB+IPREs nos anos 1 e 2. As diferenças relativas à irrigação não foram significativas, porém o maior valor registrado foi 60,04% e o menor, 55,71% (Tabela 32).

Tabela 32: Porcentagem geral da FDN (FDN; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	MB Ex (%)	MB+IPREs (%)	MB+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	56,26 aB	56,86 aA	57,33 aA	56,82 a
	SI	58,40 aA	57,47 aA	56,26 aB	57,94 a
Ano 2	CI	61,04 aA	55,88 bA	56,89 bA	57,38 a
	SI	56,98 abA	55,71 bA	59,00 aA	57,23 a
Média		58,17 a	56,48 b	57,37 ab	

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L. cv. IPR Esmeralda*; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb. cv. Iapar 61*; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Em comparação, os valores de FDN encontrados em estudos por ANDRADE *et al.* (2018), GOMES *et al.* (2017, 2018), SANCHES *et al.* (2015a, 2015b, 2016, 2018, 2023), SIMONETTI *et al.* (2016) e RODRIGUES *et al.* (2023) foram consideravelmente superiores aos observados neste trabalho, com diferenças superiores a 10%, sem distinção clara entre os sistemas CI e SI. Por outro lado, os valores deste estudo corroboram com os apresentados por REZENDE *et al.* (2015), DANTAS *et al.* (2016) e ALONSO e COSTA (2017). No grupo das forrageiras, variações nas concentrações e características da FDN são influenciadas por diferenças entre espécies, maturidade das plantas e condições climáticas (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A ausência de efeito da irrigação sobre a FDN pode ser explicada pelo mecanismo de competição entre digestão e passagem no ambiente ruminal (VAN SOEST, 1994). Normalmente, um aumento no teor de FDN na dieta está associado a uma redução na digestão da fração potencialmente digestível da matéria seca (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Contudo, a retenção seletiva ruminal tende a aumentar com o aumento do teor de FDN, atuando como um mecanismo natural de equilíbrio que favorece a digestão da fibra (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O manejo do pastejo é determinante nesse processo, pois define a estrutura do dossel e, conseqüentemente, os teores de FDN. Intervalos mais longos entre desfolhas favorecem o alongamento de colmos e o acúmulo de parede celular, elevando a concentração de FDN e limitando o consumo animal pelo efeito físico de enchimento ruminal (Da SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; VAN SOEST, 1994). Em contrapartida, estratégias que mantêm a forrageira em estádios vegetativos - como cortes ou pastejos mais frequentes - resultam em menor FDN, maior relação folha/colmo (RFC) e melhor digestibilidade (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SANTOS *et al.*, 1999).

Embora a produção de matéria seca (MS) tenda a aumentar com a maturidade, esse incremento geralmente vem acompanhado da elevação do teor de FDN, indicando que maior

acúmulo de forragem nem sempre implica melhor qualidade (DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Assim, a análise conjunta da MS e da RFC é essencial para interpretar corretamente o equilíbrio entre quantidade e qualidade. Forragens com alta RFC apresentam menor FDN e maior digestibilidade, enquanto aquelas com baixa RFC possuem maior proporção de colmos e menor eficiência de utilização pelos animais (CARVALHO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Portanto, o manejo deve priorizar o equilíbrio entre produção de MS e qualidade nutricional, de modo a maximizar tanto a oferta quanto o aproveitamento da forragem pelos ruminantes (Da SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; SBRISSIA e DA SILVA, 2008).

5.3.4.3 Fibra em detergente ácido

Seguindo o mesmo padrão observado para a fibra em detergente neutro (FDN), os valores da fibra em detergente ácido (FDA) não foram influenciados pelo uso da irrigação, apresentando teores médios de 36,55%, 35,81% e 35,98% para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. Não houve efeito significativo da irrigação sobre os teores de FDA, com percentuais médios de 36,26% e 35,96% para os sistemas com irrigação (CI) e sem irrigação (SI), respectivamente. Apesar da ausência de diferenças significativas entre as parcelas em capim MB exclusivo e sobressemeadura (SS), os maiores percentuais de FDA foram encontrados no primeiro ano, com 36,61%, 36,05% e 36,23% para MB Ex, MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. As maiores porcentagens observadas no sistema com irrigação (CI) foram de 37,05% e 36,60% para o MB Ex nos anos 1 e 2, enquanto no sistema sem irrigação (SI), os maiores valores foram de 36,40% e 36,37% para MB+Iap61 e MB Ex, respectivamente, sem diferença significativa entre eles. Com a irrigação, a maior porcentagem de FDA foi registrada na parcela sem sobressemeadura no primeiro ano, com 37,05%, apresentando uma diferença percentual de 1,41% a mais em relação ao MB+IPREs no segundo ano. Nas parcelas sem irrigação, não foram observadas diferenças significativas entre as três áreas, com média de 36,40% no MB+Iap61, valor 1,32 pontos percentuais maior em comparação ao menor percentual registrado no MB+IPREs. Independentemente da irrigação, os menores valores de FDA encontrados foram de 35,08% e 35,64%, no segundo ano, referentes ao MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente (Tabela 33).

Tabela 33: Porcentagem geral da FDA (FDA; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	MB Ex (%)	MB+IPREs (%)	MB+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	37,05 aA	36,18 aA	36,06 aA	36,43 a
	SI	36,17 aA	35,93 aA	36,40 aA	36,17 a
Ano 2	CI	36,60 aA	36,04 aA	35,64 aA	36,09 a
	SI	36,37 aA	35,08 aA	35,83 aA	35,76 a
Média		36,55 a	35,81 a	35,98 a	

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa L. cv. IPR Esmeralda*; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa Schreb. cv. Iapar 61*; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Foi observada uma média de valores entre 36,16% e 35,96% para FDA nos tratamentos estudados, sem diferenças significativas entre eles. SANCHES *et al.* (2016 e 2023) encontraram percentuais de FDA semelhantes aos deste estudo, enquanto REZENDE *et al.* (2015) relataram valores muito superiores, de 48,30% e 43,42%, para os capins Tifton 85 e Jiggs, respectivamente. SIMONETTI *et al.* (2016) registrou um valor de FDA de 34,9%, corroborando os resultados aqui apresentados, enquanto BULEGON *et al.* (2013) apresentou uma porcentagem superior, de 41,92%.

O teor de FDA é um fator importante na avaliação da digestibilidade dos alimentos, pois, à medida que aumentam os teores de FDA na forragem, diminui a digestibilidade da matéria seca (VIÇOSI *et al.*, 2020). Forragens com teores de FDA próximos a 30% (nível ideal para um bom consumo animal) não apresentam comprometimento da digestibilidade e, geralmente, são consumidas em altos níveis. Entretanto, teores de FDA acima de 40% acarretam baixa digestibilidade da pastagem e reduzem o consumo pelos animais (ALONSO e COSTA, 2017; REZENDE *et al.*, 2015). Esse comportamento ocorre porque a FDA é composta por constituintes da FDN, majoritariamente celulose e lignina.

A variação da fibra em detergente ácido (FDA) entre anos e níveis de irrigação reflete a interação entre fatores fisiológicos, climáticos e de manejo. A disponibilidade hídrica e a senescência foliar influenciam a lignificação dos tecidos, enquanto diferenças climáticas entre anos afetam a taxa de crescimento e a maturação da planta (GERON *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Práticas como altura de corte e sobressemeadura também alteram a proporção de folhas e colmos, impactando os teores de FDA (SBRISIA e DA SILVA, 2008; CANTO e SCHEFFER-BASSO, 2018; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Assim, a FDA resulta da combinação de ambiente, fisiologia vegetal e manejo adotado (ALVES *et al.*, 2021; GERON *et al.*, 2014).

5.3.4.4 Digestibilidade *in vitro*

O percentual de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVms) não foi afetado pelas forrageiras ($p > 0,05$), apresentando uma média geral de 57,95% no sistema com irrigação (CI) e 64,42% no sistema sem irrigação (SI). Houve diferença significativa na digestibilidade entre os anos de avaliação, com valores de 63,66% e 64,33% para os anos 1 e 2, respectivamente. As maiores digestibilidades foram observadas no segundo ano, nas áreas sobressemeadas, com 65,40% e 65,38% para MB+IPREs e MB+Iap61, respectivamente. Essas características da sobressemeadura favoreceram o aumento na porcentagem de digestibilidade e na qualidade das forragens. Esse efeito pode ser relacionado às taxas de acúmulo de forragem de 22,15 e 21,68 Mg ha⁻¹, associadas à menor razão folha: colmo (RFC) de 2,53 e 2,71. As produtividades de 4,26 e 4,67 Mg ha⁻¹, com maiores digestibilidades de 65,79% e 65,62%, registradas no 2º ano, apresentaram RFCs de 5,02 e 4,04, respectivamente, o que pode ser explicado pela paralisação do crescimento do capim tropical sob condições desfavoráveis de temperatura. Independentemente da irrigação, as maiores percentagens de DIVms foram de 65,40% e 65,38% para MB+IPREs e MB+Iap61, no segundo ano, enquanto os valores mais baixos foram de 62,20% e 62,22% nas sobressemeaduras no primeiro e segundo anos, respectivamente (Tabela 34).

Tabela 34: Porcentagem geral da Digestibilidade *in vitro* (DIV; %), sobressemeadas com as aveias durante o período experimental no ano 1 de 15 maio a 10 novembro 2022 e no ano 2 de 15 maio a 10 novembro 2023. Dourados/MS, Brasil

Ano	(I)	MB Ex (%)	MB+IPREs (%)	MB+Iap61 (%)	Média
Ano 1	CI	61,70 aA	64,48 aA	64,24 aA	63,47 a
	SI	62,71 aA	64,69 aA	64,67 aA	64,02 a
Ano 2	CI	61,40 aA	65,00 aA	65,14 aA	63,85 a
	SI	63,04 aA	65,79 aA	65,62 aA	64,82 a
Média		62,21 a	64,99 a	61,35 a	

Legenda: (I): irrigação CI: com a irrigação; SI: sem a irrigação; MB Ex: Mombaça exclusivo; MB+IPREs: Mombaça + *Avena Sativa* L. cv. IPR Esmeralda; MB+Iap61: Mombaça + *Avena Strigosa* Schreb. cv. Iapar 61; Letras minúsculas diferem nas linhas dentro da sobressemeadura ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferem nas colunas da irrigação ao nível de 5% de probabilidade.

Constata-se que as parcelas sem sobressemeadura da aveia apresentaram as menores percentagens de DIVms, independentemente da irrigação. No sistema irrigado (CI), o valor mais alto foi 65,14%, encontrado exclusivamente nas parcelas sobressemeadas com aveia, e o menor foi 61,40% no segundo ano sem sobressemeadura. Na parcela sem irrigação (SI), o maior valor foi 65,79%, enquanto o menor foi 62,71%, ambos relativos às sobressemeaduras. Ao comparar parcelas irrigadas e não irrigadas, a menor digestibilidade foi de 61,40% no segundo ano, sem sobressemeadura, enquanto a maior foi na MB+IPREs, com uma diferença percentual de 4,39 pontos.

Resultados semelhantes foram encontrados por SANCHES *et al.* (2015b e 2016), que registraram valores de DIVms de 78,1% e 81,0% para pastagens irrigadas, e 75,8% e 78,1% para pastagens não irrigadas, indicando que a irrigação potencializou a digestibilidade. Estudos realizados por GOMES *et al.* (2018) e RODRIGUES *et al.* (2023) também demonstraram que a irrigação promoveu a produção de forragens com maior digestibilidade, com diferença de quase 4%. RODRIGUES *et al.* (2023) discutiram que a digestibilidade *in vitro* foi menor durante estações chuvosas, quando as condições climáticas favorecem o crescimento da planta. BARBERO *et al.* (2021) e REZENDE *et al.* (2015) apresentaram valores inferiores aos deste estudo, com 51,27% para Tifton 85 e 55,07% para Jiggs.

O teor de matéria seca em uma planta forrageira é uma consequência do seu estágio fisiológico momentâneo, em resposta às condições ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Segundo VAN SOEST (1994), quanto maior a relação folha: colmo, maior será o valor nutricional da forragem. As folhas são ricas em proteína bruta e pobres em fibras; consequentemente, são mais digestivas que outras frações da planta. O aumento da proporção de folhas reduz a FDN e aumenta a DIVms (VELOSO *et al.*, 2021).

A irrigação influencia positivamente a digestibilidade da forragem ao promover efeitos fisiológicos e bioquímicos sobre o desenvolvimento da planta. A disponibilidade hídrica adequada reduz o estresse, retardando a lignificação precoce e a deposição de fibras estruturais, o que resulta em tecidos mais jovens e de maior valor nutritivo (GERON *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, a irrigação favorece o alongamento foliar, aumentando a proporção de lâminas em relação aos colmos, e potencializa a assimilação de nitrogênio, elevando o teor de proteína bruta e a atividade enzimática, o que melhora a eficiência da fermentação ruminal (CARVALHO *et al.*, 2017; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; ALVES *et al.*, 2021; DUBEUX JÚNIOR e SOLLENBERGER, 2022). Dessa forma, a irrigação mantém o dossel em condições fisiológicas mais juvenis, com maior concentração de compostos solúveis e menor acúmulo de fibras recalcitrantes, promovendo incremento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

5.4 Conclusão

A produtividade total de massa seca (PTMS) do capim Mombaça foi significativamente influenciada pela irrigação e sobressemeadura, que aumentou a produtividade média anual em 133,96%, elevando-a de 8,07 para 18,87 Mg ha⁻¹. As áreas sobressemeadas com aveias, especialmente no 1º ano, apresentaram maior produtividade, superando o capim exclusivo, demonstrando ganhos relevantes de até 7,08 Mg ha⁻¹ em sistemas irrigados.

A gestão rigorosa da altura de manejo foi ressaltada como fator essencial para manter a sustentabilidade e o potencial produtivo da pastagem, evitando a senescência precoce e o acúmulo de material estrutural com baixo valor nutritivo.

A análise da qualidade da forragem indicou que a irrigação não alterou significativamente os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), enquanto a sobressemeadura com cultivares de aveia influenciou positivamente esses parâmetros.

O percentual de material senescente foi menor nas áreas irrigadas, reforçando a importância do manejo hídrico para a manutenção da qualidade da pastagem.

A sobressemeadura com aveias promoveu aumento significativo nos níveis de PB, com incrementos superiores a 20% em relação ao capim Mombaça exclusivo.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca também foi favorecida pelas sobressemeaduras, principalmente no segundo ano, refletindo a melhora estrutural do dossel e a maior proporção de folhas, que são mais nutritivas e digestíveis.

5.5 Referências Bibliográficas

- ALONSO, R. A. & COSTA, L. V. C. da. (2017). Caracteres agronômicos de *B. Brizantha* cv. Xaraés (Mg-5), sob diferentes doses de biofertilizante de dejetos de bovino leiteiro. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*. v. 11, n. 4, p. 400-411, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, W. M.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G. S.; FERNANDES, P. B. (2021). Irrigação e adubação nitrogenada na produtividade e composição química de gramíneas tropicais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 5, p. 2561–2574, 2021.
- AMARAL, F. S.; SILVA, J. R.; OLIVEIRA, P. R. (2025). Irrigação por gotejamento em gramíneas tropicais: efeitos sobre crescimento, perfilhamento e rebrota. Jaboticabal: UNESP, 2025.
- ANDRADE, W. R. et al. (2018). Hay Tifton 85 grass under nitrogen doses in different days of regrowth. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40: e37692, 2018.
- ANDRÉ, T. B. et al. (2024). Produção do capim Mombaça cultivado no sol pleno e sombreamento natural em níveis de nitrogênio. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 1-18, 2024.
- ARAÚJO, L. C. et al. (2018). Key factors that influence for seasonal production of Guinea grass. *Scientia Agrícola*, v. 75, n. 3, p. 191-196, May/June 2018.
- ARAÚJO, L. M. B. et al. (2019). Produtividade do capim Mombaça sob diferentes idades de rebrotação no norte do Piauí. *Nucleus*, v. 16, n. 1, p. 12, 2019.
- BARBEDO, P. F. et al. (2020). Produção de diferentes cultivares de *Panicum maximum* e *Urochloa Brizantha* adubados com nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 6, n. 8, p. 60163-60169, 2020.
- BARBERO, R. P. et al. (2021). Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. *Ciência Animal Brasileira*, 22: e-69609, 2021.
- BATISTA, P. H. D. et al. (2020). Short-term grazing and its impacts on soil and pasture degradation. *DYNA*, v. 87, n. 213, p. 123-128, April - June, 2020.
- BETHA, T. V. D. & TRAVI, M. R. L. (2021). Produtividade e qualidade da pastagem de azevém (*lolium multiflorum lam*) sob uso de regulador de crescimento vegetal. *anais da agronomia* 2021/2. p. 142-164, 2021.
- BITTAR, D Y. SOUSA, C M. DINIZ BUSO, W H. (2022). Responses of *Panicum* and *Brachiaria* to irrigation during winter in the Goiás' Cerrado Brazil. *Rev. FCA UNCuyo*. V. 54, n. 2, p. 117-125, 2022.

BONFANTI, C. C. & SKONIESKI, F. R. (2016). Potencial forrageiro do capim Mombaça fertilizado com diferentes doses de nitrogênio. *Realeza*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2016.

BOSS, L. et al. (2021). Proteína bruta de forrageiras tropicais no inverno antes e após ocorrência de geada na região do extremo Sul Catarinense. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 14011-14022 feb. 2021.

BUENO, J. I. et al. (2019). Produção sazonal de duas espécies forrageiras irrigadas. *Irriga*, v. 24, n. 2, p. 289- 302, 2019.

BULEGON, L. G. et al. (2013). Características produtivas, estruturais e nutritivas de gramíneas tropicais sob pastejo. *Colloquium Agrariae*, v. 9, n. 2, p. 01-15, Jul-Dez. 2013.

CANTO, M. W.; SCHEFFER-BASSO, S. M. (2018). Sobressemeadura de aveia em pastagens de gramíneas perenes: efeitos na produção e qualidade da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, e20170321, 2018.

CARDOSO, J. C. Q.; TOMAZ, R. S.; LIMA, R. C. (2017). Produtividade de massa seca e atributos físico-químicos da forrageira do capim Mombaça (*Panicum maximum*) submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. *ANAP Brasil*. V. 10, n. 18, p. 52-67, 2017.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; et al. (2017). Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastagens irrigadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 6, p. 489–499, 2017.

CARVALHO, W. T. V., MINIGHIN, D. C., GONÇALVES, L. C., VILLANOVA, D. F. Q., MAURICIO, R. M., PEREIRA, R. V. G. (2017). Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. *Pubvet*, v. 11, n. (10). 2017.

CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; MESQUITA, E. E.; ZAMBOM, M. A. (2012). Use of a conditioning unit at the haymaking of Tifton 85 overseeded with *Avena sativa* or *Lolium multiflorum*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 1353- 1359, 2012.

COSTA, N. de L. et al. (2021). Forage productivity and chemical composition of *Panicum maximum* cv. Mombaça under defoliations intensities and frequencies. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e42910817494, 2021.

COSTA, N. de L., JANK, L., MAGALHÃES, J. A., BENDAHAN, A. B., RODRIGUES, B. H. N., SANTOS, F. J. de S. (2020). Forage yield and morphogenesis of *Megathyrsus maximus* cultivars in Roraimas's savannas. *Research, Society and Development*, v. 9, n. (8), e652986054, 2020.

COUTINHO, M. J. F. et al. (2020). Crescimento e produção do capim massai sob déficit hídrico. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 35690-35700, jun. 2020.

CRUZ, N. T. et al. (2021). Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, e5410716180, 2021.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: morfogênese e ecofisiologia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl. esp., p. 121–138, 2007.

DANTAS, G. de F. et al. (2016). Produtividade e qualidade da *Brachiaria* irrigada no outono/inverno. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 469-481, maio. /jun. 2016.

DIALLO, M. C. A. et al. (2023). Características produtivas de capins tropicais com e sem irrigação. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 16, n. 11, p. 27882-27896, 2023.

DIAS-FILHO, M. B., LOPES, M. J. DOS S. (2021). Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar. Belém: Embrapa Amazônia Oriental [Documento 460], 28p, 2021.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E. (2022). Relationships of warm-season grass morphology and canopy structure with forage quality. *Crop Science*, v. 62, p. 221–234, 2022.

EUCLIDES, V. P. B. et al. (2014). Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Ceres*. v. 61, p. 808-818, 2014.

FACTORI, M. A. et al. (2017). Produtividade de massa de forragem e proteína bruta do capim Mombaça irrigado em função da adubação nitrogenada. *Colloquium Agrariae*, v. 13, n. 3, p. 49-57, 2017.

FERNANDES, J. S. P. et al. (2017). Características estruturais do capim Aruana em quatro alturas de resíduos. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v. 19, n. 2, p. 71-81, 2017.

FILHO, J. R. et al. (2018). Impacto da matéria senescente na qualidade de pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, n. 3, p. 123-132, 2018.

FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; MONTEIRO, F. A.; MONTES, C. R.; ALMEIDA, V. V. D.; HERPIN, U. (2007). Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 Bermuda grass. *Agricultural Water Management*, v. 87, p. 328-336, 2007.

GALINDO, F. S. et al. (2017). Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa Guiné-grass (*Panicum maximum* cv. Mombaça) at dry and rainy seasons. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 12, p. 1657-1664, 2017.

GALINDO, F. S. et al. (2018a). Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim Mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 5, n. 3, p. 1-9, 2018a.

GENRO, T. C. M. & SILVEIRA, M. C. T. de. (2018). Uso da altura para ajuste de carga em pastagens. comunicado técnico. Bagé, RS p. 1-17, dezembro, 2018.

GERON, L. J. V.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; CASALI, A. O.; ABREU, J. G. (2014). Produção e composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais irrigadas ou não e adubadas com nitrogênio nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 1, p. 42–50, 2014.

GOMES, E. P. et al. (2017). Productivity and nutritional quality of *Urochloa Brizantha* cv. BRS Piatã grass fertirrigated with swine wastewater in different seasons of the year. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 10, p. 1366 - 1373, 2017.

GOMES, E. P. et al. (2018). Application of swine wastewater for irrigation of Tifton 85 grass: Part I - productivity and nutritional quality. *Australian Journal of Crop Science* v. 12, n. 03, p. 486-495, 2018.

GOMES, E. P., SANCHES, A. C., DEBOLETO, J. G. G., DE JESUS, F. L. F. MENDONÇA, F. C. (2017). Productivity and nutritional quality of *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã grass fertirrigated with swine wastewater in different seasons of the year. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. (10), p. 1366–1373, 2017.

GOMES, E. P., SANCHES, A. C., DIAS, D. K. U., DE JESUS, F. L. F., NUNES, W. A. G. DE A., ORRICO, M. A. P., DE SOUZA DIAS, J. P., AZEVEDO, E. P. G. (2018). Application of swine wastewater for irrigation of Tifton 85 grass: Part I-productivity and nutritional quality. *Australian Journal of Crop Science*, v. 12, n. (3), p. 486–495, 2018.

GOMIDE, M. A. C., GOMIDE, J. A., ALEXANDRINO, E. (2007). Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a períodos de descanso. In *Pesq. agropec. bras* (n. 10), 2007.

JESUS, F. L. F. de, SANCHES, A. C., MENDONÇA, F. C., PACHECO, A. B., De SOUZA, D. P., Da SILVA, J. L. B. (2021a). Production and water-use efficiency of *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça “guinea grass” under nitrogen and boron doses. *Semina: Ciencias Agrarias*, v. 42, n. (4), p. 2217–2232, 2021a.

JESUS, F. L. F. de, SANCHES, A. C., SOUZA, D. P. de, MENDONÇA, F. C., GOMES, E. P., SANTOS, R. C., SANTOS, J. E. O., SILVA, J. L. B. da. (2021b). Seasonality of biomass production of irrigated Mombaça ‘Guinea grass.’ *Acta Agricultura e Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, v. 71, n. (3), p. 156–164, 2021b.

KILL-SILVEIRA, R. (2020). Manejo ecofisiológico das gramíneas *Megathyrsus Maximus* (*Panicum maximum*) cv. Tanzânia, Mombaça e Massai. Veterinária e Zootecnia, v. 27, p. 001-013, 2020.

LACERDA, S. S.; ANDRADE, K. S. P.; ROCHA, T. C. (2024). Análise econômica na implantação de pastagem de *Megathyrsus maximus* sobre diferentes doses de nitrogênio. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Mossoró, v. 10, n. 32, 2024.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: The ecology and management of grazing systems. Wallingford: CAB International, p. 3–36, 1996.

LIMA, M. D. de et al. (2023). Desenvolvimento produtivo do Tifton 85 irrigado e não irrigado. Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 16, n. 10, p. 23855-23870, 2023.

MARIANO, G. V. P. et al. (2019). Área foliar específica e teor de água para diferentes componentes foliares em espécies de Cerrado. ACSA, Patos-PB, v. 15, n. 3, p. 179-183, Edição Especial VI CONEFLO, 2019.

MEDEIROS, E. P., ROBAINA, A. D., PEITER, M. X., CONCEIÇÃO, C. G. DA, PARIZI, A. R. C., DONATO, F. F., KAYSER, L. P., GLASENAPP, S. (2024). Produção, proteína bruta e eficiência do uso da água em Tifton irrigado. Observatório de la economía latino-americana, v. 22, n. (8), e6306, 2024.

MOCHEL FILHO, W. J. E. et al. (2016). Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. Revista de Ciências Agrárias, v. 39, n. 1, p. 81 – 88, 2016.

MOMBACH, M. A. et al. (2019). Fator de resposta produtiva de Mombaça e Marandu ao déficit hídrico. *Nativa*, v. 7, n. 6, p. 807–812, 2019.

MOREIRA, A. L.; REIS, A. R.; SIMILI, F. F.; PEDREIRA, M. S.; CONTATO, E. D.; RUGGIERI, A. C. (2006). Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim Tifton 85: produção e composição botânica. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, p. 739-745, 2006.

MOTA, V. J. G., De CARVALHO, A. J., OLIVEIRA, F. G., GOMES, V. M., MONÇÃO, F. P., & MOTA FILHO, V. J. G. (2020). Determination of culture coefficient of Mombasa grass managed in different seasons of the year in Mineiro semiarid. IRRIGA, v. 25, n. (1), p. 170–183, 2020.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T., OLIVEIRA; P. S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. D. A. (2011). Production of Tifton 85 hay

overseeded with white oats or ryegrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 1638-1644, 2011.

NOGUEIRA, S. F.; PEREIRA, B. F. F.; GOMES, T. M.; DE PAULA, A. M.; DOS SANTOS, J. A.; MONTES, C. R. (2013). Treated sewage effluent: Agronomical and economical aspects on Bermuda grass production. *Agricultural Water Management*, v. 116, p. 151-159, 2013.

NUNEZ, J.; AREVALO, A.; KAKRWAT, H. et al. (2018). Biological nitrification inhibition activity in a soil grown biparental population of the forage grass, *Brachiaria humidicola*. *Plant and Soil*, v. 426, p. 401-411, 2018.

OLIVEIRA, A. R. F. et al. (2017). Produtividade, composição morfológica e químico bromatológica do capim Marandu consorciado com sorgo forrageiro para renovação de pastagem degradada no cerrado. *Revista de Ciências Agronômicas*, v. 26, n. 1, p. 69-81, 2017.

OLIVEIRA, A. S. de. et al. (2011). Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 7, p. 1587-1595, 2011.

OLIVO, C. J.; MEINERZ, G. R.; AGNOLIN, C. A.; STEINWANDTER, E.; ZIECH, M. F.; SKONIESKI, F. R. (2010). Produção de forragem e carga animal de pastagens de Coastcross sobressemeadas com forrageiras de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 68-73, 2010.

PAIVA, H. S. et al. (2023). Recommended fertilization and timing of nitrogen fertilization influences the morphogenesis, structural characteristics, and production efficiency of Mombaça grass. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 45, e60704, 2023.

PAUSE, A. G. da S. et al. (2021). Valor nutritivo do capim Mombaça submetido a diferentes alturas de pastejo e adubação nitrogenada. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 4, n. 1, p. 860–874, 2021.

QUADROS, D. G. de. (2001). Produção e perdas de forragem em pastagens dos cultivares Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* Jacq. Adubadas com doses crescentes de NPK. 2001.

REIS, L. T. S., ALENCAR, N. M., OLIVEIRA, H. M. R. de, CARNEIRO, R. S., ANDRÉ, T. B., SANTOS, A. C. dos. (2024). Adubação potássica de cultivares de *Megathyrsus maximus*. *Nativa, Sinop*, v. 12, n. (1), p. 97–101, 2024.

REIS, M. M., SANTOS, L. D. T., OLIVEIRA, F. G., SANTOS, M. V. (2017). irrigação de pastagens tropicais: desafios e perspectivas Irrigation. *Revista Unimontes científica*, Montes Claros, v. 19, n. (1), p. 178–190, 2017.

REIS, R. A.; NERES, M. A.; MONÇÃO, F. P. (2020). Qualidade de forragens tropicais e seus efeitos sobre o desempenho animal. *Ciência Animal Brasileira*, v. 21, e-51571, 2020.

REZENDE, A. V. et al. (2015). Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

REZENDE, C. de P. et al. (2021). Desempenho de novilhas em pastagens formadas pelos capins Tifton 85, Xaraés e Mombaça, sob lotação rotativa. *Agrotrópica* v. 33, n. 3, p. 197 – 204, 2021.

ROCHA, M. G. D.; PEREIRA, L. E. T.; SCARAVELLI, L. F. B.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; ZIECH, M. F. (2007). Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 7-15, 2007.

RODRIGUES, J. G. et al. (2023). Forage Accumulation and Nutritional Characteristics of Brachiaria Cultivars Grown in a Semi-arid Environment. *Tropical Animal Science Journal* v. 46, n. 1, p. 85-96, 2023.

SANCHES, A. C. et al. (2015). Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 19, n. 2, p. 126–133, 2015.

SANCHES, A. C. et al. (2016). Produtividade, composição botânica e valor nutricional do Tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. *Irriga: Grandes Culturas*, p. 221-232, 2016.

SANCHES, A. C. et al. (2018). Irrigation and swine slurry application of Tifton 85 grass: production and nutritional quality. IV INOVAGRI International Meeting, 2018.

SANCHES, A. C. et al. (2023). Sazonalidade da produção do capim Bermuda “Tifton 85” ao longo do ano com e sem irrigação em diferentes doses nitrogenadas no sul do Brasil. *Arabian Journal of Geosciences*. 16, p. 336, 2023.

SANCHES, A. C., GOMES, E. P., RICKLI, M. E., FASOLIN, J. P., SOARES, M. R. C., GOES, R. H. T. B. De. (2015b). Productivity and nutritive value of Tifton 85 grass irrigated and overseeding with oats. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. (2), p. 126 – 133, 2015b.

SANTOS, H. G. DOS, JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C. DOS, OLIVEIRA, V. Á. DE, LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A. de, ARAÚJO FILHO, J. C.

de, OLIVEIRA, J. B. de, FERREIRA CUNHA, T. J. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. In Embrapa Solos, Brasília, DF. 2018.

SANTOS, M. E. R. et al. (2011). Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 3, p. 535-542, 2011.

SANTOS, P. M. dos. et al. (2021). Recommendations of fertilization and defoliation of Mombaça grass to carajás - Pará region: efficiency and effects on soil. Revista Agri-Environmental Sciences, Palmas-TO, v. 7, e021011, 2021.

SANTOS, P. M. dos. et al. (2021). Recommendations of fertilization and defoliation of Mombaça grass to Carajás - Pará region: efficiency and effects on soil. Revista Agri-Environmental Sciences, Palmas-TO, v. 7, e021011, 2021.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. (1999). Efeito da idade do perfilho e da estação do ano sobre a digestibilidade e a composição química do capim-Tifton 85. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, n. 5, p. 887–893, 1999.

SBRISSIA, A. F. & BARRETA, D. A.; (2022). O manejo do pastejo para produção animal intensiva em ambientes pastoris. 11 Simpósio Brasil Sul de Bovinocultura de Leite. At: Chapecó, BR. Novembro 2022.

SBRISSIA, A. F. et al. (2018). Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. Crop Science, v. 58, n. 2, p. 945-954, 2018.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. (2008). Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-Marandu. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 1, p. 35–47, 2008.

SÉRVULO, A. C. O. et al. (2024). Reusing livestock farming wastewater for Tifton 85 irrigation: productivity, morphological, and bromatological indicators. Rev Ambient Água. Taubaté. v. 19, e2954, 2024

SILVA, M. R. et al. (2019). Marandu, Xaraés and Piatã Grasses Fertilized with Swine Wastewater Under Greenhouse Conditions. Journal of Agricultural Science, v. 11, n. 9, p. 112-119, 2019.

SILVA, P. H. A. et al. (2024). Qualidade física em latossolo compactado e sua relação com sistema radicular e biomassa de forrageiras. Revista caderno pedagógico - Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v. 21, n. 4, p. 01-26, 2024.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: morfogênese e Ecofisiologia. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, supl. esp., p. 121–138, 2007.

SILVA, V. J. et al. (2015). Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated ‘Tifton 85’, Jiggs, and vaquero Bermuda grasses in response to harvest frequency. Crop Science, v. 55, n. 6, p. 2886–2894, 2015.

SIMONETTI, A. et al. (2016). Produtividade de capim Mombaça (*Panicum maximum*), com diferentes doses de biofertilizante. Brazilian Journal of Biosystems Engineering v. 10, n. 1, p. 107-115, 2016.

SOUSA, B. M. L.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. (2020). Crescimento e senescência de folhas de gramíneas forrageiras sob deficiência hídrica. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 49, e20180210, 2020.

SOUZA, E. de et al. (2021). Water deficit tolerance in genotypes of *Urochloa* spp. Revista de Ciências Agrárias, 2021, v. 44, n. (2-3): p. 127-136, 2021.

SOUZA, J. P. et al. (2020). Características morfogênicas, estruturais e agronômicas de gramíneas tropicais: uma revisão. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 9, n. 8, p. 1 - 20, 2020.

SOUZA, P. H. A. A. et al. (2016). Bovinocultura de ciclo curto em pastagem - Revisão. R. Eletr. Cient. Uergs, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 191-195, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O. BARRETO, A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, D. J.; GLÓRIA, J. R. (2013). Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 65, p. 1447-1453, 2013.

TOLEDO, C. E.; MOURA, G. V. de A.; NOGUEIRA, J. C. M. (2023). Influência da adubação nitrogenada na produção de capim Tifton 85 no centro-oeste brasileiro. Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 16, n. 1, p. 345-354, jun. 2023.

VAN SOEST, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminants. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminants. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELOSO, M. C. A. S. et al. (2021). Effect of grazing management strategies on the yield and nutritional value of Marandu grass in the semiarid of Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, v. 4, p. 2503-2522, jul./ago. 2021.

VIÇOSI, K. A. et al. (2020). Características bromatológicas e produtividade do capim Tifton 85 submetido a fontes de adubos nitrogenados. *Cultura Agronômica, Ilha Solteira*, v. 29, n. 1, p. 106-117, 2020.

6 Dificuldades, limitações e perspectivas futuras

O desempenho das pastagens variou entre anos e ciclos, refletindo a interação clima–manejo da região (classificação Köppen–Geiger para o Centro-Oeste) e indicando a necessidade de séries mais longas para dissociar efeitos de clima, irrigação e consórcio (ALVARES et al., 2013). A irrigação por aspersão em condições de campo, embora tecnicamente adequada, está sujeita a perdas e heterogeneidades; recomenda-se calibrar turno e lâmina com base em ET_0 - Penman Monteith e K_c por estágio fenológico, complementando com monitoramento de umidade do solo (ALLEN et al., 1998).

A sobressemeadura de aveias afetou composição morfológica e valor nutritivo, mas a variabilidade no estabelecimento pode ter atenuado diferenças entre cultivares em alguns ciclos; a literatura corrobora a sensibilidade do sistema à qualidade de implantação e ao manejo de corte/pastejo (SANCHES et al., 2015). As determinações de fibra e DIV seguiram protocolos consolidados; para ampliar a comparabilidade Inter laboratorial, recomenda-se explicitar controles de qualidade analítica (replicatas, materiais de referência) (VAN SOEST et al., 1991). Como desdobramentos dessa investigação, propõe-se: (i) Estimar produtividade da água ($kg\ MS\ m^{-3}$) por corte e testar irrigação deficitária controlada, visando maior eficiência hídrica sem perda de qualidade (TAPPARO et al., 2023/2024). (ii) Integrar sensoriamento remoto (Sentinel-2/UAV) e aprendizado de máquina para estimar biomassa e atributos de qualidade em tempo quase real, acelerando decisões de manejo (CHEN et al., 2021). (iii) Empregar modelos lineares mistos com estruturas de correlação temporal entre ciclos, aumentando a robustez inferencial em fatores cruzados (PIEPHO; BÜCHSE; RICHTER, 2004). (iv) Avaliar consórcios com leguminosas nas janelas críticas de inverno para elevar PB e estabilizar a produção (SLEUGH et al., 2000).

O impacto científico e tecnológico desta tese evidencia-se pelo conjunto de resultados alcançados, consolidando um protocolo operacional de manejo hídrico baseado em ET_0/K_c com elevado potencial de transferência tecnológica. Além disso, o trabalho disponibiliza evidências replicáveis que podem subsidiar a formulação de políticas públicas voltadas ao uso eficiente da água em sistemas forrageiros, contribuindo para maior sustentabilidade produtiva. Paralelamente, destaca-se a formação de capital humano altamente qualificado, reforçando a pertinência e a relevância do investimento realizado. Dessa forma, as entregas desta pesquisa constituem base empírica sólida para futuros editais de fomento e para o estabelecimento de cooperações interinstitucionais, ampliando o alcance e a aplicabilidade dos conhecimentos gerados.

7 referências bibliográficas

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.

ALLEN, R. G. et al. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper 56). Rome: FAO, 1998.

CHEN, Y. et al. Estimating pasture biomass using Sentinel-2 imagery and machine learning. *Remote Sensing*, v. 13, n. 4, 603, 2021.

PIEPHO, H. P.; BÜCHSE, A.; RICHTER, C. A mixed modelling approach for randomized experiments with repeated measures. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v. 190, p. 230-247, 2004.

SANCHES, A. C. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 126-133, 2015.

SLEUGH, B. et al. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agronomy Journal*, v. 92, n. 1, p. 24-29, 2000.

TAPPARO, S. A. et al. Yield and quality responses of *Megathyrsus maximus* and *Cynodon spp.* forage grasses to irrigation. *Italian Journal of Agrometeorology*, n. (2), p. 69-77, 2023/2024.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

8 Conclusão geral

A integração entre irrigação e sobressemeadura com cultivares de aveia revelou-se fundamental para otimizar a produção e a qualidade nutricional dos capins Tifton 85, Mg-5 e Mombaça em sistemas de pastejo e capacidade de suporte animal durante o inverno, especialmente em anos com condições climáticas adversas.

A dinâmica de acúmulo de material senescente variou entre os capins Tifton 85, Mg-5 e Mombaça, sendo influenciada por fatores como irrigação, sobressemeadura, ano de avaliação e manejo de pastejo. O percentual de material senescente foi mais sensível às variações climáticas e ao manejo, com menor influência da irrigação, sugerindo que fatores como sombreamento e altura de pastejo foram mais determinantes.

Além disso, a irrigação contribuiu para a redução da senescência foliar e do acúmulo de material fibroso de baixo valor nutritivo, mantendo a composição fibrosa (FDN e FDA) dentro de níveis adequados para o consumo animal, enquanto a sobressemeadura favoreceu a digestibilidade da matéria seca, principalmente nos períodos mais favoráveis.

A irrigação demonstrou efeito decisivo na produtividade dos capins Tifton 85, Mg-5 e Mombaça, com aumentos expressivos na produção de massa seca e redução da senescência foliar, garantindo maior oferta de forragem e estabilidade produtiva durante o inverno.

A sobressemeadura com aveias de inverno (IPR Esmeralda e Iapar 61) elevou a produtividade e os teores de proteína bruta, contribuindo para incrementos de até 20% na qualidade nutricional da forragem e melhorando a digestibilidade, tanto em áreas irrigadas quanto não irrigadas.

Em síntese, a integração entre manejo hídrico, sobressemeadura e pastejo constitui uma estratégia eficiente para intensificar a produção forrageira em regiões tropicais, promovendo maior eficiência produtiva, melhor desempenho animal e sustentabilidade dos sistemas de produção.