

PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM SISTEMA CONSORCIADO DE PASTAGENS NO SUB-TRÓPICO BRASILEIRO

TRYBEK, M.¹; DUCHEIKO, H. A. S.¹; RIBEIRO, R. H.^{1,2}, SOKULSKI, F. G.¹;
FRANZONI, T. M. C.¹; DIECKOW, J.¹

¹Universidade Federal do Paraná; ²The Ohio State University.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio entre espécies gramíneas e leguminosas forrageiras na produção de parte aérea. Foram avaliados 9 tratamentos em 4 repetições por meio da combinação entre aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e trevo branco (*Trifolium repens*) no inverno e pensacola (*Paspalum notatum*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e hermátria (*Hemarthria altíssima*) no verão. A produção de massa seca (MS) foi determinada por meio de coletas sucessivas da parte aérea, rebaixando cada parcela em 10 cm assim que atingisse altura 30 cm de altura nas forrageiras de inverno e 20 cm nas de verão. A massa seca total foi quantificada por meio da soma dos cortes realizados no decorrer da estação. Para o inverno de 2020 foram constatados incrementos médios de 17,7% na produção de biomassa total em todos os consórcios com a inserção da leguminosa de inverno em relação a aveia solteira. Isso se relaciona ao fornecimento gradual de N proveniente da fixação biológica. Foram evidenciados incrementos na MS total de 84,5% e 23,5% para o verão 2020/21 e inverno 2021, respectivamente. Neste caso, a resposta ocorreu pela melhor distribuição temporal dos ápices produtivos em função do aumento no número de espécies consorciadas para cada estação. Concluímos que a adição de leguminosas em consórcio com gramíneas de inverno tem potencial para incrementar a produção de biomassa na fase inicial do sistema consorciado. Ao longo do tempo a pluralidade de espécies promove maior produção de forragem, independente da estação.

Palavras-chave: leguminosas; fixação biológica; conservação do solo.

INTRODUÇÃO

Atualmente a degradação de pastagens e o fornecimento sazonal de fitomassa tem atuado como principais lacunas da pecuária bovina brasileira, isto se deve muito em função do sistema de produção adotado, predominantemente constituído por monocultura de gramíneas (Terra et al, 2019). Na região sul do país, ocorre farta produtividade forrageira nos meses de primavera e verão, no entanto o cenário não se repete durante o outono-inverno, quando a produção de forragem pode ser considerada baixa (Córdova, 2004). Cria-se portanto um déficit forrageiro seja para suprimento alimentício à pecuária, proteção do solo ou como resíduo remanescente ao sistema de plantio direto.

Neste âmbito, a consorciação de espécies forrageiras vem com o intuito de minimizar ou ainda suprir por completo o “vazio forrageiro” gerando incrementos produtivos consideráveis (Alemu et al., 2019). Segundo Aguinaga et al. (2008), tal fato ocorre pela assincronia entre os ápices produtivos dos vegetais consorciados, provendo fornecimento praticamente contínuo de forragem ao longo do ano, algo que não ocorre em monocultivo.

Considerando que as gramíneas demandam altas doses de nitrogênio para que elevadas produtividades sejam atingidas (Garay et al., 2004), a consorciação com leguminosas eficientes na fixação biológica de nitrogênio (FBN) permite benefício mútuo as culturas (Fornara e Tilman, 2008). Nesse tipo de consórcio, o nutriente fixado é aproveitado e convertido em biomassa pelas gramíneas, e como resposta sinérgica, a leguminosa é estimulada a aumentar a eficiência na FBN, uma vez que o solo teria carência neste nutriente devido a elevada absorção pelas gramíneas (Christopher e Lal, 2007). Com isso, a necessidade do insumo sintético, que normalmente representa elevado custo ao produtor, é reduzida, conseqüentemente há menor proporção de nitrogênio perdido por lixiviação (Pereira et al., 2019) e menor liberação de óxido nitroso um dos gases do efeito estufa.

Paralelamente o consórcio de pastagens quando manejado sob pastejo moderado apresenta relação ideal entre produção de biomassa e crescimento radicular, isto é além da produção de parte aérea contribui para o acúmulo de carbono no solo (Zhou et al., 2017), atua como agente de descompactação e promove ampliação do espaço poroso (Greenwood e Mckenzie, 2001).

Tendo em vista que as leguminosas têm em geral estabelecimento mais lento, motivo da menor eficiência fotossintética que as gramíneas, a consorciação entre certas espécies requer avanço nos estudos no que diz respeito ao caráter competitivo (Aguirre et al, 2014). Segundo a Embrapa (2012) o trevo branco (*Trifolium repens* L.) e o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg), além do potencial de fixação de N, são capazes de produzir forragem com elevada digestibilidade e alto teor de proteína bruta. Estas leguminosas apresentam boa tolerância a sombreamento e profundidade radicular distinta das gramíneas, reduzindo a competição por nutrientes quando consorciadas com gramíneas de inverno ou de verão.

Portanto, este trabalho investigou a hipótese de que a diversificação de espécies forrageiras através do consórcio em clima subtropical possui potencial de incremento na produção de massa seca. Desta forma, o objetivo foi avaliar a capacidade de produção de

biomassa por espécies gramíneas e leguminosas de estação quente e estação fria consorciadas no subtropical brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no município de Curitiba, Paraná (25°24'47'' S e 49°14'59'' O, 916 m altitude) de março de 2020 a outubro de 2021 (592 dias). O solo é classificado como Cambissolo Háptico e o clima da região é o subtropical úmido (Cfb, de acordo com a classificação de Köppen). As médias das normais climatológicas foram de 12,8°C (julho) e de 20,4°C (fevereiro) para a temperatura mínima mensal e máxima mensal, respectivamente, enquanto que 1480 mm ano⁻¹ para a precipitação média (Wrege et al., 2012).

A avaliação ocorreu em unidades experimentais de dimensão 2 × 2 m, sendo desconsiderados 30 cm de bordadura para fim de avaliação. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, constituído de 4 blocos e 9 tratamentos originários de combinações entre espécies forrageiras de inverno e de verão. As espécies utilizadas no verão foram pensacola (*Paspalum notatum* Flueggé), amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* Krapov. & W.C. Greg) e hemártria (*Hemarthria altissima* [Poir.] Stapf & C.E. Hubbard.). No inverno utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.). As espécies foram combinadas a partir de um tratamento básico com aveia preta (no outono-inverno) e pensacola (primavera-verão), conforme a tabela 1, abaixo:

Tabela 1. Combinações de espécies forrageiras, formados a partir do sistema mais simples entre aveia (outono-inverno) e pensacola (primavera-verão).

Tratamento	Pastagem de Inverno	Pastagem de Verão
1	Aveia	Pensacola
2	Aveia	Pensacola + Amendoim
3	Aveia	Pensacola + Amendoim + Hemártria
4	Aveia + Trevo Branco	Pensacola
5	Aveia + Trevo Branco	Pensacola + Amendoim
6	Aveia + Trevo Branco	Pensacola + Amendoim + Hemártria
7	Aveia + Trevo Branco + Azevém	Pensacola
8	Aveia + Trevo Branco + Azevém	Pensacola + Amendoim
9	Aveia + Trevo Branco + Azevém	Pensacola + Amendoim + Hemártria

O experimento foi instalado em fevereiro de 2020, com a semeadura da pastagem de verão (desconsiderada para fins de análise). Primeiramente houve o plantio de pensacola na densidade de 40 kg ha⁻¹, que foi adubada na base com 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Após a germinação da pensacola, foram inseridas mudas de amendoim forrageiro e hemártria nas respectivas parcelas, com distância de 15 cm tanto na linha quanto na entrelinha, porém com as mudas de hemártria em posição intermediária às do amendoim forrageiro. Cabe

mencionar que aos 30 dias após o transplante das mudas, foi realizada uma adubação nitrogenada de cobertura em área total na dose de 75 kg N ha⁻¹.

Logo após a última coleta de verão, procedeu-se com a semeadura de inverno, considerando 2 cm de profundidade e densidades de: 80 kg de sementes por hectare para aveia preta, 20 kg de sementes por hectare para o trevo branco, e 50 kg de sementes por hectare para o azevém. Foi utilizada adubação de base de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos tratamentos consorciados a sementes das espécies de inverno foram misturadas, homogeneizadas e semeadas conjuntamente na linha. No início do perfilhamento da aveia (3-4 folhas) foi aplicada ureia na dose de 75 kg N ha⁻¹. Ao fim de cada ciclo estacional o procedimento de semeadura se repete para a estação em questão.

A coleta da parte aérea (pastejo simulado) foi realizada assim que as plantas atingiam altura média de 30 cm nas culturas de inverno e 20 cm nas de verão, rebaixando 10 cm em cada situação. Para o procedimento, selecionou-se a biomassa superior à altura de corte, em dois pontos representativos, cada um com tamanho de 0,25 m² (quadrado de lado 50 cm) para cada parcela. Para última coleta de cada estação padronizou-se amostragem a 5 cm de altura do solo, ou seja, considerando o corte convencional acrescido do residual. As duas amostras de cada parcela foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta e colocadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 45°C por 72 horas. Após cada coleta as parcelas foram roçadas à altura de amostragem e o material cortado foi removido das parcelas.

Posteriormente secas, as amostras foram pesadas e a biomassa total acumulada foi obtida pelo somatório das biomassas em cada corte, acrescidas da biomassa residual final. Foram realizadas 13, 6, e 7 coletas para o inverno 2020, verão 2020/21 e inverno 2021, respectivamente.

Os dados foram submetidos análise de normalidade e homogeneidade e não havendo necessidade de transformação, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e quando constatado o efeito significativo ($p < 0,05$) as médias foram comparadas a partir do teste de Scott Knott ($p < 0,05$). O software R (versão 4.1.1) foi utilizado para as análises estatísticas e SigmaPlot (versão 14.5) para a geração dos gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o inverno de 2020 os incrementos de matéria seca ($p < 0,05$) constatados não apresentaram diferença estatística com a variação no número de gramíneas (se apenas aveia ou aveia + azevém) consorciadas com a leguminosa no inverno. Porém os resultados demonstraram que o ganho de biomassa ocorreu em resposta a participação da leguminosa no consórcio da estação (GRÁFICO 1).

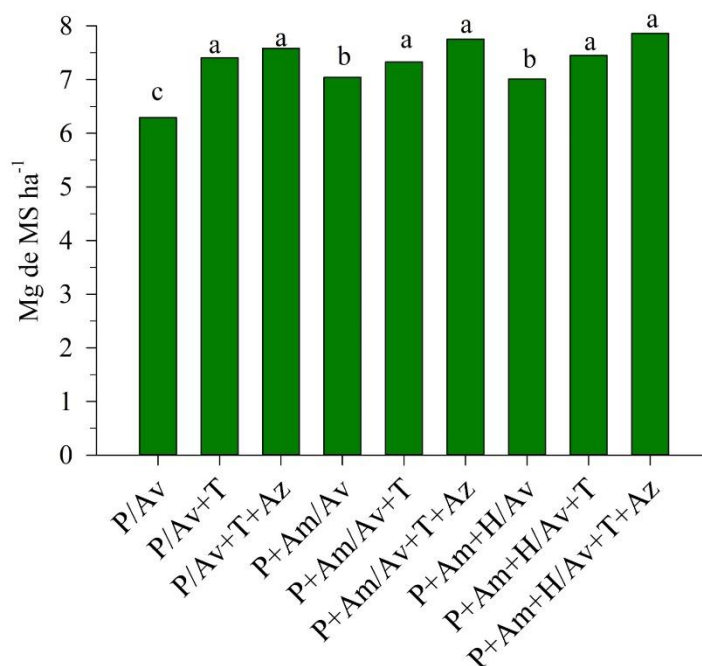


Gráfico 1. Efeito do consórcio na produção de biomassa total (Mg ha^{-1}) para o inverno de 2020. Letras diferentes no topo das barras de cada variável correspondem a significância estatística pelo teste de Scott-Knot ($p < 0,05$). Siglas inferiores indicam: P = pensacola, Am = amendoim forrageiro, H = hemátria, Av = aveia, T = trevo e Az = azevém.

Comparando o consórcio mais simples de aveia no inverno e pensacola no verão, a inserção do trevo promoveu o aumento de 17,7% na produção de biomassa total no inverno (GRÁFICO 1). O resultado encontrado ocorre como feedback positivo a liberação gradual de N pela fixação simbiótica das leguminosas, contribuindo para a produção de parte aérea (Fornara e Tilman, 2008).

As observações comprovam que a aveia preta apresenta rápida produção de parte aérea, enquanto que o trevo branco possui pico de acúmulo de massa no início da primavera, evidenciando neste contexto, uma melhoria considerável na distribuição temporal da produção forrageira (Sleugh et al., 2000). Portanto, as observações detectadas vão em conformidade a outros autores, como Hass et al. (2019), que obteve incremento de produção com o consórcio gramínea + trevo.

Nos consórcios com espécies múltiplas não foi detectado um efeito residual entre as estações capaz de explicar aumento na produção de biomassa nos tratamentos (GRÁFICO 1). O mesmo não ocorreu para o tratamento com monocultura em ambas estações, tendo em vista que este apresentou menor estabilidade, culminando em pior resposta produtiva ($p < 0,05$). Esse resultado vai em consonância aos trabalhos Aguirre et al. (2014), que evidência efeito residual distinto na produção de biomassa quando monocultivo e consórcio forrageiro.

Para os dados do verão 2020/21 foi possível evidenciar relação positiva entre o aumento de espécies na estação quente e o incremento de massa seca. Conforme o gráfico abaixo (GRÁFICO 2), independente do histórico de inverno, a combinação entre pensacola + hemártria + amendoim forrageiro apresentou incrementos médios percentuais de 84,5% na produção de biomassa total em relação a pensacola solteira.

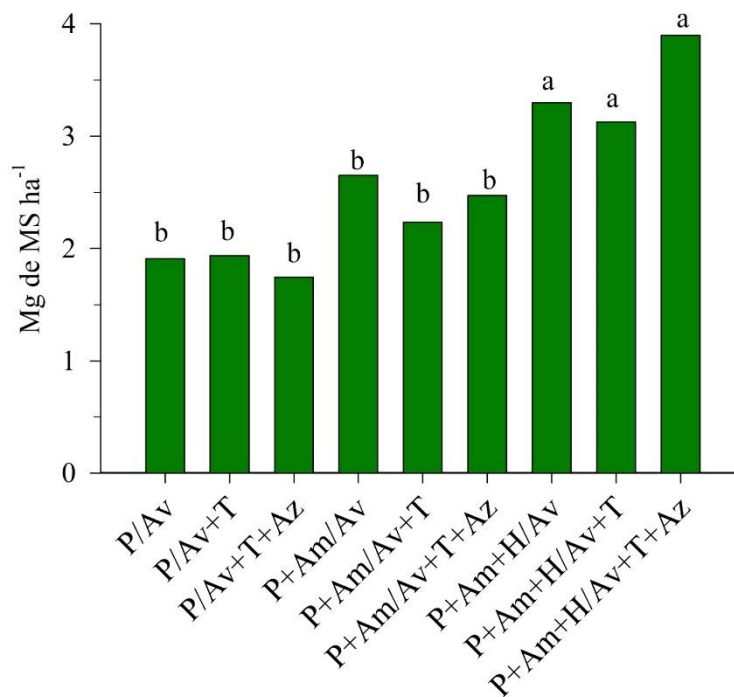


Gráfico 2. Efeito do consórcio na produção de biomassa total (Mg ha^{-1}) para o verão 2020/21. Letras diferentes no topo das barras de cada variável correspondem a significância estatística pelo teste de Scott-Knot ($p < 0,05$). Siglas inferiores indicam: P = pensacola, Am = amendoim forrageiro, H = hemártria, Av = aveia, T = trevo e Az = azevém.

Semelhante ao verão 2020/21 (GRÁFICO 1), os resultados do inverno de 2021 indicaram aumento na produção de biomassa oriundo da maior diversidade de espécies consorciadas na estação pertinente (GRÁFICO 3). Neste caso, independente do histórico de consórcio anterior, a pluralidade de espécies de inverno representada pela combinação entre

aveia + trevo branco + azevém contribui com incrementos médios de 23,5% em relação ao monocultivo de aveia.

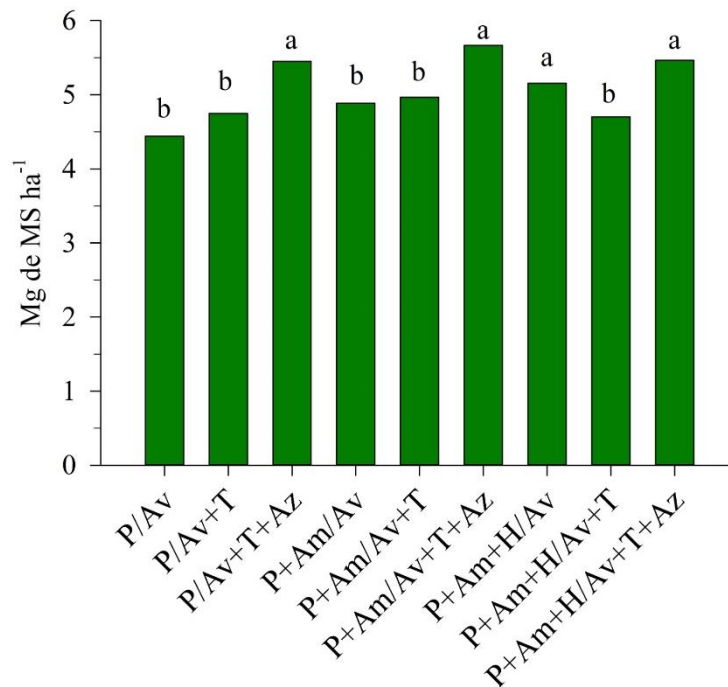


Gráfico 3. Efeito do consórcio na produção de biomassa total (Mg ha⁻¹) para o inverno de 2021. Letras diferentes no topo das barras de cada variável correspondem a significância estatística pelo teste de Scott-Knot ($p < 0,05$). Siglas inferiores indicam: P = pensacola, Am = amendoim forrageiro, H = hemátria, Av = aveia, T = trevo e Az = azevém.

Tanto para o verão 2020/21 (GRÁFICO 2) quanto para o inverno de 2021 (GRÁFICO 3), o consórcio de maior complexidade para cada estação apresentou incremento na produção de biomassa total. Se por um lado a leguminosa contribuiu com a liberação gradual de N a solução do solo, de modo a aumentar a disponibilidade deste macronutriente as plantas consorciadas, por outro a pluralidade de espécies promoveu distribuição de forragem capaz de contornar a sazonalidade de produção comum nos cultivos solteiros. Ou seja, a riqueza de espécies representada pela atuação conjunta entre pensacola, amendoim e hemátria no verão 2020/21 e pela combinação aveia, trevo e azevém para o inverno seguinte contribuíram significativamente na produção de forragem. Esse resultado indica uma maior estabilidade no fornecimento de biomassa ao longo do ciclo, se comparado ao cultivo solteiro (Sleugh et al., 2000).

Desta forma, os resultados obtidos, vão em consonância a vários estudos, sendo constatada a associação positiva entre o número de espécies forrageiras e a produção de MS, conforme apontam Cardinale et al. (2007), Schellenberg, Biliget e Iwaasa (2012).

Outra constatação que chama atenção é a eficiência do consórcio de maior complexidade no verão, em que o aumento na produção de biomassa foi numericamente 3,6 vezes superior que os incrementos gerados pelo consórcio triplo no inverno, em relação a monocultura de cada estação (GRÁFICO 2). Os resultados ocorrem em função do metabolismo C4 das gramíneas de verão, que por apresentarem maior ponto de saturação luminosa geram elevada fotossíntese líquida, portanto apresentam maior facilidade de fixação de carbono em estação quente (Taiz et al., 2017).

É necessário a persistência do experimento a longo prazo, com o intuito de averiguar a confirmação da dinâmica nos primeiros 1,5 anos de experimento, avaliando possíveis interferências na produção de biomassa em função do efeito residual entre os consórcios estacionais.

CONCLUSÕES

É possível concluir que a adição da leguminosa no consórcio de inverno promove aumento da produção de biomassa no estabelecimento do sistema de pastagens. Ao longo do tempo a pluralidade de espécies consorciadas incrementa a produção de forragem e melhora sua distribuição temporal, minimizando, portanto, o efeito do vazio forrageiro, tanto na estação de inverno quanto de verão.

REFERÊNCIAS

- AGUINAGA, A. A. Q. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1523–1530, 2008.
- AGUIRRE, P. F. et al. Produtividade de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.12, p.2265-2272, 2014.
- ALEMU, A. W. et al. Effect of Increasing Species Diversity and Grazing Management on Pasture Productivity, Animal Performance, and Soil Carbon Sequestration of Re-Established Pasture in Canadian Prairie. **Animals: an open access journal from MDPI**, v. 9, n. 4, p. 127, 2019.
- CARDINALE, B. J. et al. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 46, p. 18123–18128, 2007.
- CHRISTOPHER, S. F.; LAL, R. Nitrogen Management Affects Carbon Sequestration in North American Cropland Soils. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 26, n. 1, p. 45-64, 2007.
- CÓRDOVA, U.A. et al. **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis, cap.1, p.37-105, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. Embrapa Produção de Informação; Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 274, 2012.
- FORNARA, D. A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, v. 96, n. 2, p. 314-322, 2008.
- GARAY, A.H. et al. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Science**, Madison, v.44, n.4, p.1348-1354, 2004.
- GREENWOOD, K. L.; MCKENZIE, B. M. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture, Collingwood**, v. 41, n. 8, p. 1231-1250, 2001.
- HASS, B. R. d. et al. Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures. **Agriculture and Food**, v. 4, n. 3, p. 547–567, 2019.
- PEREIRA, J. M. et al. Production of beef cattle grazing on *Brachiaria brizantha* (Marandu grass)-*Arachis pintoi* (forage peanut cv. Belomonte) mixtures exceeded that on grass monocultures fertilized with 120 kg N/ha. **Grass and Forage Science**, v. 75, n. 1, 2019.
- R Core Team (2021). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SCHELLENBERG, M. P.; BILIGETU, B.; IWAASA, A. D. Species dynamic, forage yield, and nutritive value of seeded native plant mixtures following grazing. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92, n. 4, p. 699–706, 2012.

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.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: 2017.

TERRA, A. B. et al. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 11–20, 2019.

WREGGE, M. S. et al. **Atlas climático da região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2. Brasília: Embrapa, 2012.

ZHOU, G. et al. Grazing intensity significantly affects belowground carbon and nitrogen cycling in grassland ecosystems: a meta-analysis. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 23, n. 3, p. 1167-1179, 2017.