

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

WESLEY OLIVEIRA DE ASSIS

**ACÚMULO E ALOCAÇÃO DA MATÉRIA SECA E DE NUTRIENTES NAS
BRAQUIÁRIAS DECUMBENS E RUZIZIENSIS, EM SISTEMA INTENSIVO DE
PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

RIO LARGO - AL

2022

WESLEY OLIVEIRA DE ASSIS

**ACÚMULO E ALOCAÇÃO DA MATÉRIA SECA E DE NUTRIENTES NAS
BRAQUIÁRIAS DECUMBENS E RUZIZIENSIS, EM SISTEMA INTENSIVO DE
PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Rio Largo
2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

A848a Assis, Wesley Oliveira de.

Acúmulo e alocação da matéria seca e de nutrientes nas braquiárias *decumbens* e *ruzizensis*, em sistema intensivo de produção de forragem. / Wesley Oliveira de Assis. – 2022.

42 f.: il.

Orientador: Mauro Wagner de Oliveira

Coorientador(a): Terezinha Bezerra Albino Oliveira

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2022.

Inclui Bibliografia

1. Pecuária. 2. Qualidade da forragem. 3. Remoção de nutrientes.

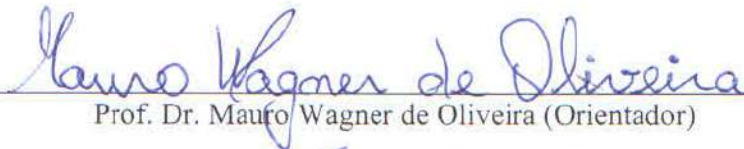
CDU:633.2

Folha de Aprovação

AUTOR: WESLEY OLIVEIRA DE ASSIS

Acúmulo e alocação da matéria seca e de nutrientes nas braquiárias decumbens e ruziziensis, em sistema intensivo de produção

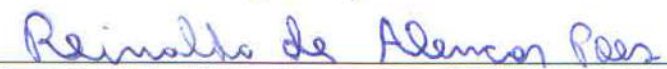
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Alagoas e aprovado em 22 de março de 2022.


Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira (Orientador)


Prof. Dra. Terezinha Bezerra Albino Oliveira (Coorientadora)

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Antônio Dias Santiago, Embrapa Tabuleiros Costeiros (Examinador Externo)


Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes, CECA/UFAL (Examinador Externo)


Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha, CECA/UFAL (Examinador Interno)

Dedico este trabalho a Deus, ao meu pai Ivair Rodrigues de Assis, mesmo não estando entre nós ainda é uma fonte de inspiração, à minha mãe Maria Betânia de Oliveira, mesmo possuindo somente a quarta série sempre soube o valor dos estudos e me instruiu o melhor que pode, aos meus irmãos e amigos que mesmo longe sempre torceram por mim, aos professores que, além de ensinar, são uma inspiração de profissionais e pessoas, aos meus orientadores por estarem me apoiando e orientando nesse momento tão importante e tão conturbado na minha vida e, não menos importante, a minha esposa Sara Camylla de Moura Assis, que sempre esteve comigo nessa caminhada, sempre me deu forças e apoio que me permitiram chegar aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Orientadores, Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira e Prof. Dra. Terezinha Bezerra Albino Oliveira, pelo apoio em todas as fases do trabalho e sempre dispostos a instruir e ajudar.

A minha esposa, por ajudar a conseguir os insumos para o experimento.

Aos colegas de laboratório, por disponibilizarem seu tempo para me auxiliarem no campo e no preparo das amostras.

Aos professores, por todo o conhecimento que me foi transmitido.

A Universidade Federal de Alagoas, por promover a possibilidade de aprender algo tão lindo e tão importante como a ciências agrárias.

RESUMO

As pastagens são a principal fonte de alimentos volumosos para os ruminantes e, nos últimos anos, têm-se constatado aumento dos sistemas de produção intensiva de forragem. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, em solo com adequado suprimento de nutrientes, o acúmulo e a alocação de matéria seca e de nutrientes pela braquiária decumbens (*Urochloa decumbens*) e pela braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*), em três cortes, no ambiente edafoclimático de Rio Largo - AL. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco sulcos de cinco metros de comprimento, espaçados de 0,70 metro. A semeadura das braquiárias foi realizada em 15 de maio de 2019, aplicando-se 50 kg de P ha⁻¹ no fundo do sulco de semeadura. O nitrogênio e o potássio, na dose de 150 kg de N e 150 kg de K por hectare, foram aplicados quando as plantas apresentaram cerca de 5 cm de altura. Aos 45 dias após a semeadura, foi realizado um corte de nivelamento, avaliando posteriormente, a cada quatro semanas, o acúmulo e a alocação de matéria seca e de nutrientes na parte aérea das braquiárias. Os cortes das braquiárias foram realizados em 25 de julho, 22 de agosto e 20 de setembro de 2019. Após cada corte as plantas foram novamente adubadas com 150 kg de N e 150 kg de K, por hectare. O sistema adotado permitiu a obtenção de alta produtividade de forragem e os valores médios de acúmulo de matéria natural (MN) e de matéria seca (MS) nos três cortes, foram, respectivamente, de 41,0 e 6,53 t por hectare, a cada quatro semanas. Observou-se que não houve diferença estatística entre as braquiárias; entretanto, houve efeito significativo de época de corte para a produção de forragem, uma vez que no segundo corte a produção média das duas braquiárias foi de 7,26 t de MS, superando em 11,77% a média dos primeiro e terceiro cortes, estatisticamente iguais. A maior produtividade de MS no segundo corte deveu-se, provavelmente, à maior disponibilidade hídrica do período e ao início do aumento do fotoperíodo. No terceiro corte, possivelmente, a baixa precipitação pluvial ocorrida em setembro (apenas 39 mm) associada à alta evaporação de referência (118 mm), não compensaram o aumento do fotoperíodo. Em relação à alocação da matéria seca na planta, constatou-se efeito de braquiária e de corte, não havendo, entretanto, interação entre esses fatores. A braquiária ruziziensis teve maior alocação de MS nas folhas, cerca de 12% a mais que a braquiária decumbens. Devido à alta produtividade das braquiárias, houve também grande remoção de nutrientes, que em média foi de 107; 15,6 e 178 kg de N, P e K, respectivamente, por corte. Com base nos resultados obtidos em apenas

três cortes, constatou-se alta produtividade das braquiárias decumbens e ruzizensis, nesse sistema intensivo de produção de forragem.

Palavras chaves: Pecuária, qualidade da forragem, remoção de nutrientes.

ABSTRACT

Pastures are the main source of roughage for ruminants and, in recent years, there has been an increase in intensive forage production systems. Thus, the objective of this study was to evaluate, in soil with adequate nutrient supply, the accumulation and allocation of dry matter and nutrients by *Brachiaria decumbens* (*Urochloa decumbens*) and *Brachiaria ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis*), in three cuts, in the environment edaphoclimatic of Rio Largo - AL. The design used was randomized blocks, with five replications, and the plots consisted of five five-meter-long furrows, spaced 0.70 meters apart. The sowing of *Brachiaria* was carried out on May 15, 2019, applying 50 kg of P ha⁻¹ at the bottom of the sowing furrow. Nitrogen and potassium, at a dose of 150 kg of N and 150 kg of K per hectare, were applied when the plants were about 5 cm tall. At 45 days after sowing, a leveling cut was performed, subsequently evaluating, every four weeks, the accumulation and allocation of dry matter and nutrients in the aerial part of the *brachiaria*. The *Brachiaria* cuts were carried out on July 25, August 22 and September 20, 2019. After each cut, the plants were again fertilized with 150 kg of N and 150 kg of K per hectare. The adopted system allowed obtaining high forage productivity and the average values of accumulation of natural matter (MN) and dry matter (DM) in the three cuts were, respectively, 41.0 and 6.53 t per hectare, every four weeks. It was observed that there was no statistical difference between the *brachiaria*; however, there was a significant effect of the cutting season on forage production, since in the second cut the average production of the two *Brachiaria* was 7.26 t of DM, exceeding the average of the first and third cuts by 11.77%. statistically equal. The higher DM productivity in the second cut was probably due to the greater water availability in the period and the beginning of the increase in the photoperiod. In the third cut, possibly the low rainfall in September (only 39 mm) associated with the high reference evaporation (118 mm) did not compensate for the increase in photoperiod. Regarding the allocation of dry matter in the plant, there was an effect of *Brachiaria* and cutting, however, there was no interaction between these factors. *Brachiaria ruziziensis* had higher DM allocation in leaves, about 12% more than *brachiaria decumbens*. Due to the high productivity of *Brachiaria*, there was also a great removal of nutrients, which on average was 107; 15.6 and 178 kg of N, P and K, respectively, per cut. Based on the results obtained in only three cuts, high productivity was observed for *Brachiaria decumbens* and *ruziziensis*, in this intensive forage production system.

Keywords: Livestock, forage quality, nutrient removal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Amostragem sistemática de uma área de dois hectares. | 16 |
| Figura 2 - Localização do município de Rio Largo, local do estudo | 21 |
| Figura 3 - Precipitação pluvial durante o ano de 2019, no município de Rio Largo, AL. Volume mensal de chuva e volume acumulado. | 21 |
| Figura 4 - Taxas médias de acúmulo diário de matéria seca em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis, nos três cortes. | 28 |
| Figura 5 - Valores médios dos acúmulos de matéria seca nos caules + pecíolos ou nas folhas das braquiárias decumbens e ruziziensis no primeiro, segundo e terceiro cortes | 29 |
| Figura 6 - Valores médios das concentrações de proteína bruta em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis, no primeiro, segundo e terceiro cortes, comparativamente à concentração mínima para uma boa condição de fermentação ruminal. | 33 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Resultados analíticos da amostra de solo da área do estudo, nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, coletadas no mês de abril de 2019 | 22 |
| Tabela 2 - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) para o acúmulo de matéria natural em toda a parte aérea (Ac. MN P.A.), acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea (Ac. MS P.A.), acúmulo de matéria seca nas folhas (Ac. MS Fl), acúmulo de matéria seca nos caules + pecíolos (Ac. MS C+P), nas braquiárias decumbens e ruziensesis, em estudo conduzido em Rio Largo - AL | 25 |
| Tabela 3 - Teores médios de proteína bruta em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziensesis, no estudo conduzido em Rio Largo – AL | 31 |
| Tabela 4 - Valores médios de acúmulo de fósforo e de potássio em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziensesis, em cada corte | 33 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 2.1 | Características das braquiárias decumbens e ruzizensis | 13 |
| 2.2 | Produção de matéria seca pelas braquiárias sob bom suprimento de nutrientes. | 14 |
| 2.3 | Avaliação da fertilidade do solo. | 15 |
| 2.4 | Calagem e gessagem. | 17 |
| 2.5 | Absorção de nutrientes e o metabolismo mineral. | 18 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 25 |
| 4.1 | Acúmulo e alocação da matéria seca na parte aérea das braquiárias decumbens e ruzizensis | 25 |
| 4.2 | Concentração de proteína bruta na matéria seca da parte aérea das braquiárias decumbens e ruzizensis..... | 31 |
| 4.3 | Remoção e balanço dos nutrientes N, P e K no sistema solo-planta | 33 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 36 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 37 |

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira e a pecuária de corte tiveram grande evolução no Brasil nas últimas décadas. Com a adoção de novas tecnologias tornou-se possível incorporar áreas anteriormente marginais, aumentar a produtividade de áreas já em uso, bem como aumentar a produtividade animal. Ao obter maior eficiência na exploração do potencial produtivo das plantas, tornou-se possível maior intensificação da produção animal a pasto e aumentar a taxa de lotação por hectare, com consequentes benefícios ao produtor, uma vez que este sistema poderá contribuir para aumentar a capacidade produtiva sem comprometer a sustentabilidade dos sistemas de pecuária de leite e de corte. Em sistemas mais tecnificados e de maiores produtividades têm sido comum associar as práticas de manejos conservacionistas com práticas para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo como o uso de corretivo de acidez; de gesso agrícola; de fertilizantes orgânicos e minerais; e, com a utilização de plantas de maior potencial produtivo e de alto valor bromatológico (HENNESSY, et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2021a; PACIULLO et al., 2021b).

Com o propósito de aumentar a produtividade da terra e dos animais, diversos produtores optam por substituírem a espécie forrageira, porém, essa prática pode não manter essa melhoria dos resultados por longo prazo. Assim, para melhorar efetivamente a produtividade, é imprescindível reconstituir a fertilidade do solo por meio de calagem, gessagem e adubações químicas e orgânicas, além da descompactação da camada superficial do solo, gerada pelo intenso pisoteio animal (PORTES et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2021b, SANTOS et al., 2021a). Em solos mais férteis ou recuperados química e fisicamente, a forragem apresenta maiores teores de cálcio, de fósforo e de proteína, e maior valor nutritivo, caracterizado por menores teores dos constituintes da parede celular, que são a celulose, hemicelulose e a lignina, (FAGUNDES et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2017).

Nas pastagens semeadas ou introduzidas, há predominância dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* (este anteriormente designado de *Brachiaria*). Os pecuaristas têm preferência por essas plantas devido à sua rusticidade, sua ampla adaptação a diferentes ambientes edafoclimáticos, associados ao alto potencial produtivo e à boa qualidade nutricional das plantas (STROZZI, 2014; SANTOS et al., 2021a). Os capins do gênero *Urochloa*, usualmente denominados braquiária, possuem cerca de 90 espécies, com origem na África Equatorial e com relevante presença em diversas localidades de clima tropical. No Brasil, são reconhecidos como espécie de forrageira desde a década de 1850, sendo utilizados nas fases de cria, recria e engorda

dos animais. Alguns autores afirmam que as braquiárias chegaram ao Brasil nos navios negreiros, onde serviam de colchões para os escravos (CRISPIM; BRANCO, 2002).

Dentre os cultivares do gênero *Urochloa*, a *U. decumbens* (capim-braquiária) (sinonímia - *B. decumbens*) é uma das espécies mais difundidas e conhecidas no Brasil. Esta espécie, tem sido recomendada para topografias acidentadas, devido à sua característica de emitir grandes quantidades de estolhões, que, ao entrar em contato com o solo, enraízam facilmente, contribuindo para maior proteção do solo contra erosão (ALVIM et al., 2002). Outra espécie comumente utilizada é a *U. ruziziensis*, que é mais exigente quando comparada à *decumbens*. A *U. ruziziensis* possui maior valor nutricional comparativamente às outras espécies do gênero *Urochloa*, pois tem maiores teores de proteína bruta e fibra por possuir maior relação folha/caule e pecíolo. Entretanto, conforme relatado por Paciullo et al. (2021b), há apenas um cultivar de *U. ruziziensis* disponível no mercado, o cultivar Kennedy, e este apresenta baixa tolerância à seca e alta susceptibilidade às cigarrinhas das pastagens, o que tem contribuído para seu reduzido uso em propriedades leiteiras.

As braquiárias são plantas que apresentam metabolismo C4 e são muito produtivas, entretanto, sofrem grande influência de disponibilidade de nutrientes no solo, de adubações químicas e orgânicas, de condições climáticas e de manejo, principalmente com que altura inicial e final ocorrerá o pastejo dos animais. Há influência dessa altura de pastejo sobre a persistência, produção e bromatologia dessas plantas (VIANA et al., 2011; FRANCISCO et al., 2017). Santos et al. (2021a) em estudos conduzidos com a braquiária *decumbens* em sistema intensivo de produção, em Coruripe, leste do estado de Alagoas, relatam acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas de 3,26 e 5,94 t por hectare, aos 30 e 45 dias após a emergência da braquiária. Devido a essa alta produção de matéria seca, há alta remoção de nutrientes, devendo-se estar atento para que não ocorra empobrecimento e acidificação do solo. Dessa forma, pode-se adotar, como critério de adubação para sistemas mais intensivos, a reposição de nutrientes removidos em decorrência do pastejo. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, em solo com adequado suprimento de nutrientes, o acúmulo e a alocação de matéria seca e de nutrientes pela braquiária *decumbens* (*Urochloa decumbens*) e pela braquiária *ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis*), em três cortes, no ambiente edafoclimático de Rio Largo - AL.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os capins do gênero *Brachiaria*, atualmente classificados como *Urochloa*, são cerca de 90 espécies e têm distribuição marcadamente tropical, sendo o centro de origem primário a África Equatorial. No Brasil, utilizam-se as braquiárias como forrageira desde a década de 1950 e, atualmente, essas plantas são os capins mais plantados no país, sendo utilizados nas fases de cria, recria e engorda dos animais. As braquiárias adaptam-se às mais variadas condições de solo e clima, proporcionando produções satisfatórias de forragem em solos com baixa fertilidade, mas têm alta produtividade sob fornecimento adequado de nutrientes e em condições de boa luminosidade e disponibilidade hídrica (CRISPIM; BRANCO, 2002; FRANCISCO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2021a; SANTOS et al., 2021a).

2.1 Características das braquiárias *decumbens* e *ruzizensis*

A braquiária *decumbens* é originária de Uganda, país localizado na África Oriental e muito conhecido pelo imenso lago Vitória. Entre as braquiárias, a espécie braquiária *decumbens* é a mais difundida e recomendada para topografias acidentadas, uma vez que possui capacidade de emitir grandes quantidades de stolões, de fácil enraizamento, proporcionando, conseqüentemente, excelente cobertura do solo. Xavier et al. (2002) citam que, de 25 espécies de gramíneas forrageiras estudadas, a braquiária *decumbens* foi a que apresentou melhor cobertura do solo. Outras características agrônômicas da espécie são a tolerância razoável à seca, a baixa tolerância às geadas e à solos mal drenados, baixa exigência nutricional e boa tolerância às condições de acidez do solo. A produção de matéria seca da braquiária *decumbens* varia conforme o manejo que recebe, havendo relatos de produtividade variando de 15 a 30 t por hectare por ano. A espécie apresenta também tolerância moderada ao sombreamento, servindo-se para associações com árvores em sistemas silvipastoris. Uma das suas características negativas é a susceptibilidade ao ataque da cigarrinha das pastagens (ALVIM et al., 2002; CRISPIM, BRANCO, 2002; XAVIER et al., 2002; MOREIRA, 2005).

A braquiária *ruzizensis* tem colmos decumbentes, folhas macias com 6 a 15 mm de largura e de 10 a 25 cm de comprimento, possuindo aspectos aveludados devido à grande quantidade de pelos. No entanto, apresenta menor resistência à seca e às cigarrinhas das pastagens e é mais exigente quanto à fertilidade do solo (XAVIER et al., 2002). É uma das espécies que têm melhor aceitação pelos bovinos, talvez em decorrência de seu bom valor nutritivo. Entretanto, a alta susceptibilidade às cigarrinhas-das-pastagens e a marcante

estacionalidade da produção são citados como fatores limitantes ao uso dessa forrageira (CRISPIM, BRANCO, 2002; XAVIER et al., 2002; MOREIRA, 2005).

2.2 Produção de matéria seca pelas braquiárias sob bom suprimento de nutrientes

A quantidade de biomassa acumulada na parte aérea das braquiárias, bem como a massa de nutrientes acumulada por essas plantas são dependentes de vários fatores, havendo grande interação entre eles, mas, de modo geral, os que mais influenciam são as condições climáticas como comprimento do dia, disponibilidade hídrica, radiação solar, temperaturas diurnas e noturnas, práticas culturais, uso anterior do solo e fertilidade do solo (PORTES et al., 2000; CANTARELLA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2021a).

Em sistemas de produção mais intensivos ou em solos de maior fertilidade, há relatos na literatura de acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias superando 200 kg por hectare por dia (OLIVEIRA et al., 2021a). Portes et al. (2000), em estudos conduzidos em Goiânia – GO, com avaliações até aos 117 dias após a emergência das plantas (D.A.E.), obtiveram taxa de acúmulo diário de matéria seca de 167 kg por hectare. Oliveira et al. (2017), em pesquisa conduzida em um solo de fertilidade média, no município de Cajuri - MG, citam que a produção de matéria seca da braquiária *ruziziensis*, cultivada após a colheita do milho de primeira safra, destinado à ensilagem, variou de 12 a 14 t por hectare, constituindo-se numa excelente alternativa de segunda safra. Oliveira et al. (2021a), em estudo conduzido em Mercês - MG, relatam acúmulos de matéria seca de 10,0 t por hectare, aos 40 dias após a emergência das plantas, havendo, portanto, taxa média de acúmulo de matéria seca de 250 kg por hectare por dia.

Nesses ambientes de alta produtividade há elevada remoção de nutrientes, pois Santos et al. (2021b), em sistema intensivo de produção de forragem, em Coruripe - AL, relatam que as concentrações de nutrientes nas braquiárias *brizantha* e *decumbens*, foram em média de 17,5; 2,7; 28,0; 3,9; 2,5 e 3,0 g de N, P, K, Ca, Mg e S por kg de matéria seca da parte aérea das plantas, respectivamente. Então, se a cada quatro semanas houver produção de 5,0 t de matéria seca por hectare, o acúmulo de nutrientes na parte aérea será de 87,5; 13,5; 140,0; 19,5; 12,5 e 15,0 kg de N, P, K, Ca, Mg e S por hectare. Primavesi et al. (2006) conduziram um estudo na Fazenda Canchin, em São Carlos - SP, em sistema intensivo de produção de pastagem. O solo onde foi implantado o estudo era de alta fertilidade, com saturação por bases de 70% na camada de 0 a 20 cm. Na dose de 800 kg de N por hectare por ano, usando nitrato de amônio, o acúmulo de matéria seca foi de 13.070 kg por hectare por ano. Para essa produtividade, o acúmulo de N,

P, K, Ca, Mg e S na parte aérea das plantas foi de 327, 42, 429, 48, 49 e 19 kg por hectare por ano, respectivamente.

Devido a essa elevada remoção de nutrientes nos sistemas intensivos de produção de forragem, deve-se conhecer a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo para, se necessário, complementá-la com adubações químicas e orgânicas; e, se constatada a presença de elementos em níveis tóxicos, reduzir sua concentração pela calagem e gessagem (CANTARELLA et al., 2002; RAIJ, 2008; RAIJ, 2011, OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2021b).

2.3 Avaliação da fertilidade do solo

Normalmente avaliam-se a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos em níveis tóxicos no solo pela análise química do solo, sendo também de grande valia o histórico da área, sobretudo as adubações realizadas e se houve ou não ocorrência de sintomas de deficiência ou de toxidez nos cultivos anteriores (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2021b).

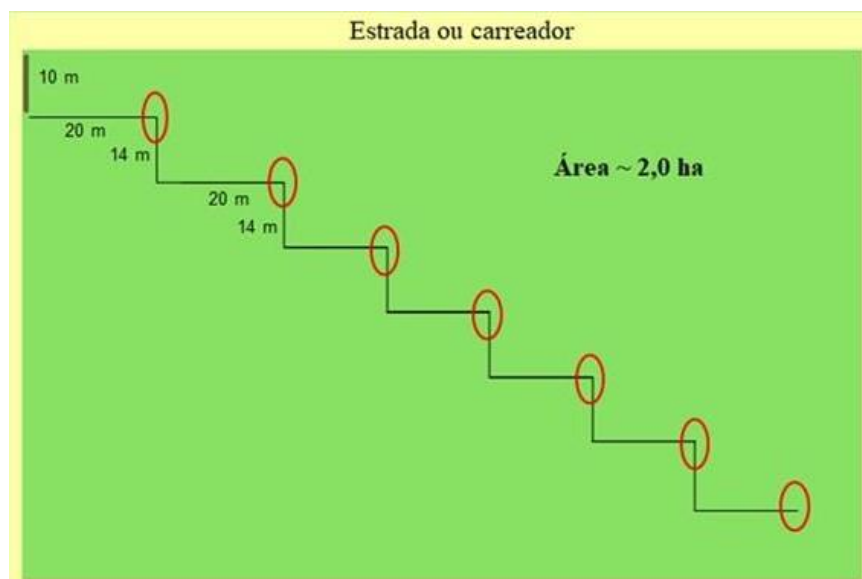
Usualmente coletam-se amostras de solo das camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade. Os resultados da análise da camada de 0 a 20 cm serão utilizados para calcular a adubação e a calagem e os da camada de 20 a 40 cm para os cálculos da necessidade de gessagem. No sistema tradicional de coleta de amostras de solo a área é dividida em unidades homogêneas, levando-se em consideração, dentre outros, o histórico da área, os tipos de solo (cor, textura, profundidade), a localização e a topografia (várzea, encosta, platô), a cobertura vegetal e as adubações anteriores.

Nos últimos anos, nas médias e grandes propriedades têm sido usual a coleta de amostras georreferenciadas. Oliveira et al. (2021a) recomendam que, em pequenas propriedades rurais, devem-se coletar as amostras de solo de forma sistemática, tomando-se um ponto de referência a partir do qual serão coletadas as amostras. Por exemplo: Supondo-se que a área a ser amostrada é de 2,0 hectares, então pode-se realizar sete amostragens sistemáticas, com deslocamento longitudinal de 20 m e transversal de 14 m na área, conforme exemplificado na figura 1, a seguir. As sete amostras da camada de 0 a 20 cm irão constituir uma amostra composta e as sete amostras da camada de 20 a 40 cm irão constituir a amostra composta de 20 a 40 cm.

Os instrumentos de coletas de amostras de solos mais utilizados são os trados de caneca e a pá de corte, também designada de pá reta. A utilização do trado em substituição à pá reta

tem a vantagem da maior rapidez na coleta das amostras simples, no manuseio e transporte de menor volume de solo no campo antes da homogeneização das amostras simples e retirada da amostra composta. Por outro lado, o menor volume de solo coletado com trado faz com que a variabilidade dos índices de fertilidade do solo aumente, tornando-se necessário coletar maior número de amostras simples para formar uma amostra composta representativa. Mesmo assim, a laboriosidade da amostragem de solo com a utilização do trado é menor do que quando se utiliza a pá reta. A princípio, o uso de instrumentos que coletam pequeno volume de solo, como o trado, não seria recomendável para áreas de cultivo mínimo ou plantio direto, nos quais há adubação localizada na linha de plantio, preferindo-se nestes casos a pá reta (OLIVEIRA et al., 2007). Independentemente do material utilizado para amostragem, deve-se tomar o cuidado de retirar sempre o mesmo volume de solo em cada amostra simples.

Figura 1 - Amostragem sistemática de uma área de dois hectares.



(Fonte: OLIVEIRA et al., 2018)

Os solos do Brasil, especialmente os destinados às pastagens são, em sua grande maioria, naturalmente ácidos, apresentando baixa saturação por cátions básicos, como cálcio, magnésio e potássio. Em solos ácidos, a deficiência de fósforo e de cátions básicos, associada aos altos teores de alumínio, têm sido prejudiciais ao crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, de toda a planta (OLIVEIRA et al. 2007; RAIJ et al., 2008). Em concentrações micromolares, monômeros e complexos do alumínio presentes na solução do solo (Al^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ e $\text{Al}(\text{OH})_2^+$) podem causar distúrbios na fisiologia das plantas (RUFTY et al., 1990; OLIVEIRA et al., 2018). Vários estudos têm mostrado os efeitos maléficos do alumínio na disponibilidade de nutrientes no solo, na expansão celular (raiz e parte aérea), na

cinética de absorção de nutrientes, na peroxidação dos lipídeos da membrana plasmática e das endomembranas, na translocação de nutrientes, na respiração e na fotossíntese (ERNANI et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2021b). O uso de adubos nitrogenados, especialmente os amídicos e os amoniacais, também contribuem para a acidificação dos solos. Por esses motivos, a calagem e a gessagem são importantes práticas a serem recomendadas nos sistemas intensivos de produção de forragem (FAQUIN et al., 1997; CANTARELLA et al., 2002; PRIMAVESI et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2021b).

2.4 Calagem e gessagem

Vários materiais têm sido usados como corretivos da acidez de solos, sendo os mais empregados os calcários dolomíticos, porém, usam-se também os calcários calcíticos, magnesianos e os silicatos de cálcio e magnésio, designados de escórias de siderurgias. Nessas escórias, o teor de óxido de magnésio oscila em torno de 8%, enquanto os calcários calcíticos possuem teores de MgO inferiores a 5%, os magnesianos entre 6 e 12% e os dolomíticos acima de 12%. A eficiência desses produtos na correção da acidez do solo depende, dentre outros fatores, da sua granulometria, da distribuição uniforme no campo e da disponibilidade hídrica do solo (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2018).

O método de análise de solo que utiliza o acetato de cálcio para a determinação do $H^+ + Al^{+3}$ é muito usado no Brasil. Esse extrator subestima demasiadamente a quantidade de $H^+ + Al^{+3}$, resultando em subestimativa da capacidade de troca catiônica a pH 7,0 e, conseqüentemente, da dose de calcário a ser aplicada (ERNANI e ALMEIDA, 1986; KAMINSKI et al. 2002; OLIVEIRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2018). Por esses motivos, Oliveira et al. (2021b) têm recomendado elevar de 1,5 a 2,0 vezes a quantidade de calcário a ser aplicado. Raij (2008) cita seis estudos conduzidos com cana-de-açúcar nos quais foram comparadas as doses recomendadas de calcário e gesso com as doses desses insumos para a produtividade máxima econômica. Para a cana-de-açúcar a recomendação é elevar a saturação por bases (V) a 60%. Os preços do calcário e do gesso equivaleram-se ao de 2,0 t de colmos industrializáveis, valor relativo muito alto para calcário e o gesso. O resultado econômico foi altamente lucrativo para todos os casos, quando se comparam as doses recomendadas de calcário e gesso e as doses desses insumos para a produtividade máxima econômica, reforçando que as recomendações oficiais de calagem e gessagem estão subestimadas. Para alcançar a produtividade máxima, as doses de calcário e de gesso devem ser duas vezes maiores que as recomendadas (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2008; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2018).

Em relação ao tipo de calcário, recomenda-se o dolomítico quando o teor de magnésio na camada de 0 a 20 cm for inferior a $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo (OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2018). No entanto, se o teor de magnésio na camada de 0 a 20 cm for maior que $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo, a orientação é para utilizar aquele corretivo que tenha o menor preço por tonelada de PRNT na lavoura. Dessa forma, inclui-se um fator econômico na tomada de decisão quanto ao tipo de calcário a ser empregado.

Quanto ao gesso, seu uso tem sido recomendado com base nos resultados da análise química da camada de 20 a 40 cm. O gesso tem sido aplicado quando os teores de cálcio são menores que $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo ou a saturação por alumínio (m%) é maior que 20%. A dose usualmente recomendada é de um terço da dose de calcário até quantidade igual à do corretivo, dependendo da meta de produtividade do sistema e da disponibilidade de recurso financeiro. O calcário e o gesso são misturados para posterior aplicação ao solo. A aplicação de gesso levará à melhoria do ambiente radicular das camadas abaixo da faixa arável, aumentando a disponibilidade de água para as plantas, com efeito direto na eficiência nutricional e produtiva das plantas. O efeito da aplicação do gesso perdura por vários anos, por esse motivo não é necessário a reaplicação anual do gesso (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011b; OLIVEIRA et al., 2018).

2.5 Absorção de nutrientes e o metabolismo mineral

O nitrogênio e o potássio são os elementos absorvidos em maior quantidade pelas braquiárias (CANTARELLA et al., 2002; PRIMAVESI et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2021b). O nitrogênio pode ser encontrado no solo sob a forma orgânica ou mineral. As formas mais comuns de nitrogênio mineral são o nitrato (NO_3^-) e o amônio (NH_4^+). O nitrito (NO_2^-) geralmente está em concentrações baixas no solo. Os exsudatos das raízes das braquiárias podem inibir algumas etapas do ciclo de nitrogênio no solo. As raízes de algumas espécies vegetais são capazes de exalar substâncias que inibem e, ou reduzem a nitrificação, processo realizado por bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que transformam o amônio em nitrito e, posteriormente, em nitrato. Subbarao et al. (2007) e Baptistella et al. (2020) relatam que entre as espécies de braquiárias, a *humidicola* e a *decumbens* foram as que tiveram maior efeito inibitório sobre a nitrificação, em comparação com outras gramíneas, cereais e leguminosas.

Dentre substâncias inibidoras de nitrificação, a braquilactona é responsável por mais de 60% de Inibição Biológica da Nitrificação (IBN) em solos sob influência de braquiária

humidícola (SUBBARAO et al., 2009), que é considerada a planta modelo para estudos de IBN. A braquialactona é um diterpeno cíclico produzido na presença do íon NH_4^+ e garante que a maior parte dos inorgânicos do nitrogênio permaneçam nesta forma iônica (SUBBARAO et al., 2009). Este composto é exsudado pelas raízes de *Urochloa* em resposta à presença de NH_4^+ na rizosfera e afeta as duas etapas de nitrificação.

A braquialactona é mais eficaz na supressão da nitrificação quando comparado ao sintético inibidor nitrapirina, que atua apenas na enzima amônia monooxigenase (SUBBARAO et al., 2009). Embora essa inibição tenha efeito imediato, leva cerca de um ano de cultivo com as braquiárias para o IBN atingir o seu máximo (NUÑEZ ET AL., 2018). Subbarao et al. (2009) observaram que após três anos do estabelecimento da pastagem de braquiária, a nitrificação e desnitrificação foram fortemente suprimidas no solo. Alguns genótipos de braquiária humidícola possuem alta capacidade de IBN e podem reduzir a emissão de N_2O (SUBBARAO et al., 2009). A esse respeito, foi demonstrado que braquiária humidícola reduziu significativamente as emissões de N_2O das fezes e da urina do gado, em pastagens (BAPTISTELLA et al., 2020).

O nitrogênio é importante na nutrição e fisiologia das plantas, pois, dentre outras funções, é constituinte das proteínas e dos ácidos nucleicos (RUFTY et al., 1990; MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007). O N absorvido aumenta a atividade meristemática da parte aérea, resultando em maior perfilhamento e índice de área foliar (IAF) das plantas. Além disso, o N aumenta a longevidade das folhas. Esse incremento no IAF eleva a eficiência do uso da radiação solar, medida como taxa de fixação de gás carbônico ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), aumentando, portanto, o acúmulo de matéria seca. O acúmulo de N pelas plantas varia com a idade da cultura e a disponibilidade do N e de outros elementos na solução do solo e também depende de fatores edafoclimáticos (OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2018).

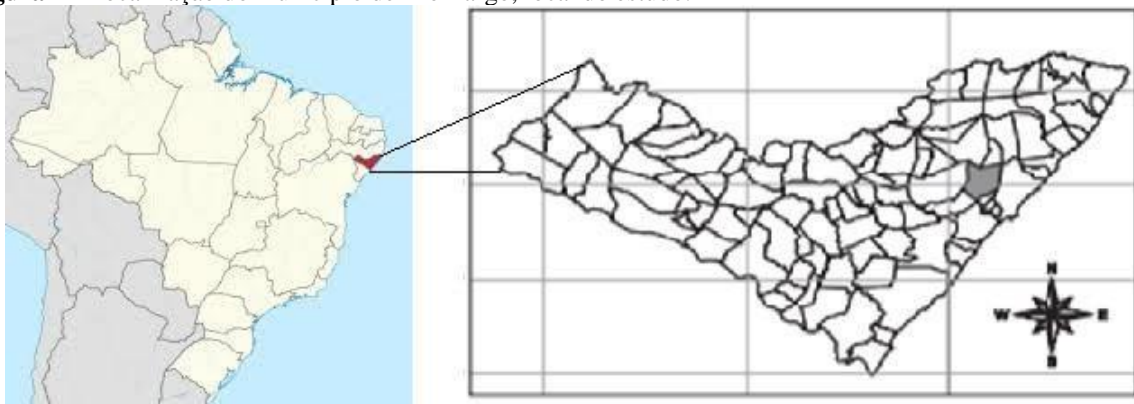
A absorção e o metabolismo do nitrogênio são muito influenciados pela disponibilidade de fósforo (RUFTY et al., 1990; OLIVEIRA et al., 2007; NOVAIS, SMYTH, 1999). Novais e Smyth (1990), Oliveira et al. (2018) e Oliveira et al. (2021b) citam vários estudos nos quais observaram que, em plantas com suprimento inadequado de P, houve redução na absorção do nitrato da solução do solo, redução na translocação de nitrato das raízes para a parte aérea e aumento do acúmulo de aminoácidos em folhas e raízes. Dessa forma, deve-se ficar atento ao fósforo para que a absorção e o metabolismo do nitrogênio não sejam influenciados negativamente pela disponibilidade endógena de fósforo. Há uma conceituação generalizada de que as braquiárias são plantas capazes de vegetar em solos com baixos teores de P disponível,

sendo, portanto, muito eficientes na utilização do fósforo do solo, mas esta conceituação precisa ser revista, principalmente em sistemas de produção que visam alta produtividade e nos que são implantados em solos de fertilidade mediana ou fraca. A produtividade e a qualidade das pastagens é o resultado principalmente do manejo e da disponibilidade hídrica e de nutrientes (CANTARELLA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2021a; SANTOS et al., 2021b).

3. MATERIAL E MÉTODOS

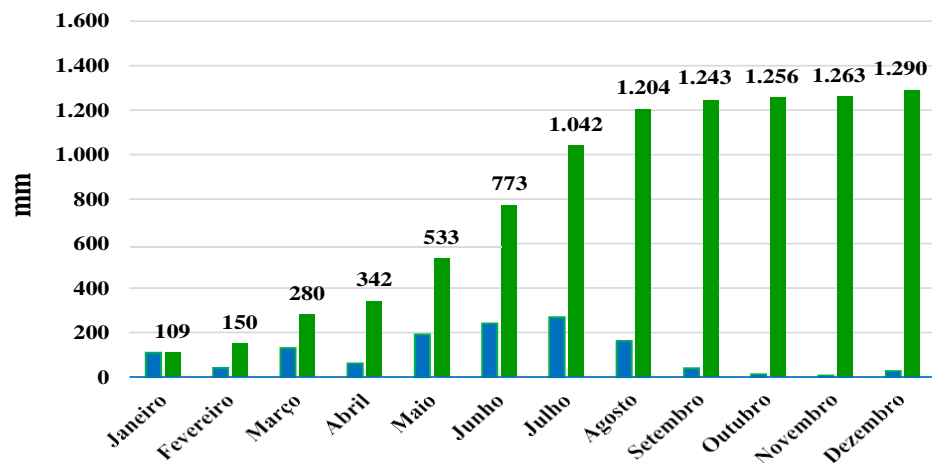
O estudo foi conduzido no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL) localizado no município de Rio Largo-AL (Figura 2), com coordenadas geográficas: altitude de 127 metros, latitude de 9° 28' 49" Sul e longitude de 35° 51' 29" Oeste. De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Rio Largo é tropical litorâneo úmido (As), com temperatura média anual do ar, mínima e máxima de 17,2 e 35,2 °C, respectivamente. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média.

Figura 2 - Localização do município de Rio Largo, local do estudo.



Durante o período do estudo, abril a setembro de 2019, o volume de chuvas totalizou 963 mm, com aproximadamente 90% deste valor ocorrendo nos meses de maio a agosto (Figura 3).

Figura 3 - Precipitação pluvial durante o ano de 2019, no município de Rio Largo, AL. Volume mensal de chuva e volume acumulado.



Fonte: Autor (2022)

Em abril de 2019, antecedendo a implantação do estudo, foram coletadas amostras de um solo, com histórico de uso conhecido, nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. O solo tinha, 64,96% de saturação por bases na camada de 0 a 20 cm e ausência de alumínio trocável no perfil de 0 a 40 cm (Tabela 1). Desta forma, não houve necessidade de aplicação de corretivos de acidez e de gesso, seguindo recomendações de Cantarella et al. (2002), Barcelos et al. (2011) e Raij (2011). A escolha deste solo visou proporcionar bom suprimento de nutrientes às plantas, sem impedimento químico ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, até camada de 40 cm (RAIJ, 2008; OLIVEIRA et al., 2018).

Tabela 1 - Resultados analíticos da amostra de solo da área do estudo, nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, coletadas no mês de abril de 2019

pH em H₂O (Relação 1:2,5). P e K: Extrator Mehlich. Ca, Mg e Al: Extrator KCl. H + Al: Extrator Acetato de Cálcio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco sulcos de cinco metros de comprimento, espaçados de 0,70 metro. A semeadura das braquiárias foi realizada em 15 de maio de 2019. No fundo do sulco aberto para a semeadura foi aplicado fósforo, na dose equivalente a 50 kg de P ha⁻¹ (equivalente a 114,5 kg de P₂O₅) usando o superfosfato simples com fonte de P, com o objetivo de aumentar a eficiência no metabolismo do nitrogênio e a síntese proteica, uma vez que há forte interação do N, P e do S em rotas bioquímicas (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2018). O adubo fosfatado foi coberto com uma camada de terra oscilando em torno de 5 cm.

As sementes da braquiária decumbens (*Urochloa decumbens* cv. IPEAN) e da braquiária ruzizensis (*Urochloa ruzizensis* cv. Kenedy), em quantidades equivalentes a 15 kg por hectare de sementes puras viáveis (SPV), foram distribuídas manualmente nos sulcos e cobertas com uma fina camada de terra, em torno de 1 cm. As adubações nitrogenada e potássica foram realizadas em cobertura, quando as plantas apresentaram cerca de 5 cm de altura. As adubações de cobertura foram em doses equivalentes a 150 kg de N e 150 kg de K por hectare, usando sulfato de amônio e cloreto de potássio como fontes de nutrientes. O uso do sulfato de amônio teve o objetivo de eliminar as perdas de N por volatilização (OLIVEIRA et al., 2018) e aumentar a eficiência do metabolismo do N, conforme citado anteriormente.

Em 26 de junho de 2019, aos 45 dias após a semeadura, foi realizado um corte das plantas a cerca de 10 cm da superfície do solo, para estimular o perfilhamento da parte aérea e

umentar o enraizamento das plantas (“corte de nivelamento”). Todo o material vegetal cortado foi retirado da área e, novamente, adubou-se as braquiárias com sulfato de amônio e cloreto de potássio, em doses equivalentes a 150 de N e de K, por hectare.

Em 25 de julho de 2019, aos 29 dias após o corte de nivelamento, quando havia aproximadamente 90% de interceptação luminosa pelas braquiárias (estimativa visual) realizou-se o primeiro corte para a avaliação do acúmulo e da alocação da matéria seca na parte aérea das braquiárias decumbens e ruzizensis. As amostragens foram realizadas nos três sulcos centrais da parcela, descontando-se um metro em cada cabeceira da parcela. Novamente o corte foi realizado a cerca de 10 cm da superfície do solo e toda a biomassa aérea da amostragem foi pesada. Subamostraram-se as plantas para quantificar a partição de matéria natural nos caules + pecíolos e nas folhas. Nas subamostras separaram-se as folhas verdes do restante das plantas, pesando novamente cada fração. Essas subamostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 50 °C até massa constante e pesadas, seguindo procedimentos descritos por Malavolta et al. (1997) e Silva; Queiroz (2002). A partir destes valores calcularam-se os acúmulos de matéria seca nos caules + pecíolos e nas folhas. Os acúmulos de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens e da braquiária ruzizensis foram os somatórios da matéria seca dos caules + pecíolos e das folhas, das respectivas braquiárias.

Subsubamostras de caules + pecíolos e de folhas foram passadas em moinho de aço inoxidável e submetidas à digestão sulfúrica e nítrico perclórica. O material vegetal foi analisado quanto aos teores de N, P e K. Os teores de nitrogênio foram obtidos pelo método de Kjeldahl, o fósforo por espectrocolorimetria e o potássio por fotometria de chama, conforme descrito por Malavolta et al. (1997) e Silva; Queiroz (2002). O teor de proteína bruta foi obtido multiplicando-se o teor de nitrogênio por 6,25 (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os acúmulos de N, P, K e proteína bruta foram obtidos multiplicando-se as concentrações pelos respectivos acúmulos de matéria seca em cada fração da planta. Somando-se os acúmulos de N, P, K e proteína bruta nos caules + pecíolos e nas folhas, obtiveram-se os acúmulos desses nutrientes na matéria seca da parte aérea da braquiária decumbens e da braquiária ruzizensis.

No dia seguinte ao corte das plantas realizou-se nova adubação nitrogenada e potássica, em doses equivalentes a 150 kg de N e 150 kg de K, por hectare. No dia 22 de agosto de 2019, aos 27 dias após o primeiro corte, quando havia aproximadamente 90% de interceptação luminosa, realizou-se o segundo corte das braquiárias, seguindo-se os mesmos procedimentos descritos para o primeiro corte.

No dia seguinte ao segundo corte das plantas, novamente realizou-se nova adubação nitrogenada e potássica, em doses equivalentes a 150 kg de N e 150 kg de K, por hectare. No

dia 20 de setembro de 2019, aos 29 dias após o segundo corte, quando havia aproximadamente 90% de interceptação luminosa, realizou-se o terceiro corte das braquiárias, seguindo-se os mesmos procedimentos descritos para o primeiro e para o segundo cortes.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando houve efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5%, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados e discutidos os resultados referentes ao acúmulo e a alocação da matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens e, posteriormente, os resultados de acúmulo e alocação do nitrogênio, fósforo e potássio na planta.

4.1 Acúmulo e alocação da matéria seca na parte aérea das braquiárias decumbens e ruzizensis

Na tabela 02 está apresentada a análise de variância e o coeficiente de variação para o acúmulo de matéria natural em toda a parte aérea (Ac. MN P.A.), acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea (Ac. MS P.A.), acúmulo de matéria seca nos caules + pecíolos (Ac. MS C+P) e acúmulo de matéria seca nas folhas (Ac. MS FI), nas braquiárias decumbens e ruzizensis. Não houve efeito significativo da espécie de braquiária sobre o acúmulo de matéria natural (MN) e de matéria seca (MS). Entretanto, houve significância para os cortes e para a alocação da matéria seca nos caules + pecíolos e nas folhas, sem efeito interativo entre esses fatores.

Tabela 2 - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) para o acúmulo de matéria natural em toda a parte aérea (Ac. MN P.A.), acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea (Ac. MS P.A.), acúmulo de matéria seca nas folhas (Ac. MS FI), acúmulo de matéria seca nos caules + pecíolos (Ac. MS C+P), nas braquiárias decumbens e ruzizensis, em estudo conduzido em Rio Largo - AL.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados médios | | | |
|-----------------------------------|----|--------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| | | Ac. MN P.A. | Ac. MS P.A. | Ac. MS C+P | Ac. MS FI |
| Braquiária (B) | 1 | 33.325, 4 ^{ns} | 81.077,3 ^{ns} | 50,4 [*] | 990,5 [*] |
| Corte (C) | 2 | 165.668,4 ^{***} | 4.639,5 ^{***} | 102,8 [*] | 1.365,6 ^{***} |
| Bloco | 4 | 8.901,4 | 529,6 | 8,5 | 299,7 |
| B x C | 2 | 28.096,4 ^{ns} | 487,7 ^{ns} | 7,3 ^{ns} | 197,2 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 17.539,9 | 588,6 | 21,9 | 158,7 |
| Média Geral (t ha ⁻¹) | | 41,43 | 6,53 | 3,33 | 3,20 |
| C.V. (%) | | 10,11 | 11,75 | 14,08 | 12,44 |

***, **, * significativo, respectivamente a 0,1%, 1,0 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Nas condições edafoclimáticas do presente estudo constatou-se grande acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias decumbens e ruzizensis, com média de 6,53 t de matéria seca por hectare a cada quatro semanas. Altas produtividades (t de matéria seca por hectare) em plantas do gênero braquiária (*Urochloa*) também são relatadas nos trabalhos conduzidos por Portes et al. (2000) em Goiânia - GO e, por Oliveira et al. (2021a), na zona da Mata Mineira. Portes et al. (2000) observaram que aos 117 dias após a emergência, a biomassa seca da parte aérea da braquiária foi de 19,6 t por hectare, enquanto Oliveira et al. (2021a)

relatam acúmulos de matéria seca de 10, 0 t por hectare, aos 40 dias após a emergência das plantas.

Em pesquisa conduzida em um solo de fertilidade média, no município de Cajuri - MG, Oliveira et al. (2017) também citam alta produção de matéria seca da braquiária ruziziensis, cultivada após a colheita do milho de primeira safra, destinado à ensilagem. A precipitação pluvial de fevereiro a início de junho, época de amostragem da braquiária ruziziensis, foi de 282 mm, sendo que as chuvas de março e abril totalizaram aproximadamente 60% do total. Não houve nenhuma aplicação de fertilizante ou de defensivos na braquiária cultivada após a colheita do milho. Foram constatados acúmulos médios de matéria seca na parte da braquiária ruziziensis que variaram de 12 a 14 t de matéria seca por hectare. Oliveira et al. (2017) concluíram que a braquiária ruziziensis, cultivada após a colheita do milho de primeira safra, é uma alternativa para a alta produção de forragem em propriedades leiteiras, comparativamente a um novo cultivo de milho para silagem (milho de segunda safra), especialmente em anos com baixa precipitação a partir de março.

Em estudo de avaliação do acúmulo de forragem em pastos de braquiária decumbens, Fagundes et al. (2005) testaram doses de nitrogênio de 75, 150, 225 e 300 kg por hectare por ano. Esses autores concluíram que a braquiária decumbens apresentou incremento de produção de matéria seca proporcional às doses de nitrogênio, tendo obtido equação $Y = 3.206,9 + 21,269x$, com significância a 0,1%. Então, por esta equação, na dose de 300 kg de N por hectare por ano, o acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária foi de 9,6 t por hectare. As aplicações de fósforo e de potássio, nesse estudo, foram em doses muito modestas: 44 e 125 kg por hectare por ano, respectivamente. Possivelmente, os incrementos na produção de forragem teriam sido maiores caso as doses de fósforo e de potássio tivessem sido maiores.

Há uma conceituação generalizada de que as braquiárias são plantas capazes de vegetar em solos com baixos teores de P disponível, sendo, portanto, muito eficientes na utilização do fósforo do solo, não requerendo mais que 20 kg de P por hectare, o equivalente a 45 kg de P_2O_5 por hectare (BARCELOS et al., 2011). Entretanto, esta conceituação precisa ser revista, principalmente em sistemas de produção que visam alta produtividade e são implantados em solos de fertilidade mediana ou fraca (CANTARELLA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2021a; SANTOS et al., 2021a). Faquin et al. (1997), ao estudarem a influência de fontes de P na absorção e acúmulo de P pela braquiária cv. Marandú, citam que no tratamento sem aplicação de P a limitação ao crescimento da forrageira pela deficiência desse elemento do solo foi tão drástica que só possibilitou obter material suficiente para análise química no quinto e sexto cortes. Corrêa et al. (1996), avaliando quatro cultivares de *Panicum maximum* (Tanzânia,

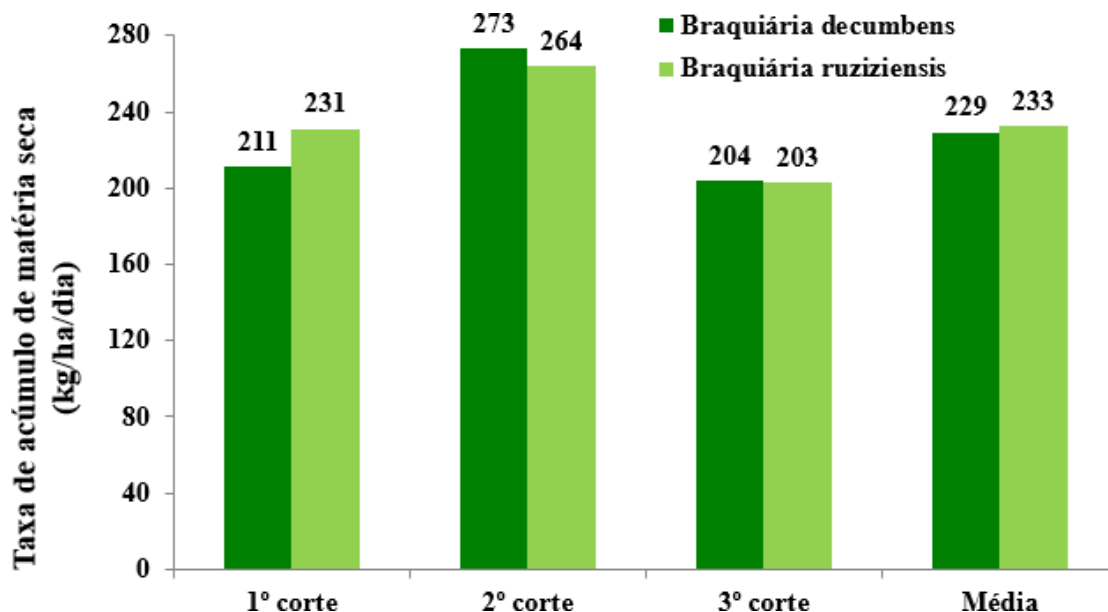
Mombaça, Vencedor e Massai), também verificaram resposta acentuada das plantas às doses de P aplicadas. A dose de P associada a 80% da produção máxima foi de 100 kg por hectare (o equivalente a 229 kg de P_2O_5 ha^{-1}), sendo semelhante para as quatro cultivares. O nível crítico de P no solo, extraído com resina, foi de 21 $mg\ dm^{-3}$ e na forragem de 2,3 g por kg de matéria seca.

A absorção e o metabolismo do nitrogênio são muito influenciados pela disponibilidade endógena de fósforo (RUFTY et al., 1990; OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2018). Em plantas com suprimento adequado de P ocorre aumento na absorção do nitrato da solução do solo; há maior translocação de nitrato das raízes para a parte aérea, aumentando a síntese de aminoácidos em folhas e raízes (RUFTY et al., 1990; OLIVEIRA et al., 2007). Magalhães (1996) observou enorme influência da disponibilidade de P, tanto da solução nutritiva quanto da endógena, na absorção e metabolismo do N pelo milho. Plantas bem supridas de fósforo antes e durante o estudo de cinética apresentaram absorção de nitrato praticamente constante durante o experimento. No entanto, plantas que foram privadas antes e durante a fase experimental não conseguiram absorver o nitrato da solução.

Em pesquisas conduzidas em Minas Gerais foi observado que o aumento da dose de adubação fosfatada, aplicada no sulco de plantio, repercutiu em maiores acúmulos de N na biomassa da parte aérea da cana-planta, tendo-se constatado que, para cada quilograma de P aplicado, houve aumento de cerca de um quilograma de N nessa biomassa (OLIVEIRA et al., 2021b). Esses resultados são decorrentes dos efeitos das alterações causadas na absorção e no metabolismo do N, conforme citado por Rufty et al. (1990) e Magalhães (1996).

Na figura 4 estão apresentadas as taxas de acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis, nos três cortes, com valores expressos em kg de matéria seca por hectare por dia. Nos três cortes, não houve diferença entre a braquiária decumbens e a braquiária ruziziensis quanto ao acúmulo diário de matéria seca na parte aérea das plantas. Os valores médios das taxas de acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea das braquiárias no primeiro e no terceiro cortes foram estatisticamente iguais, mas inferiores aos do segundo corte. Para o primeiro e para o terceiro cortes observaram taxas médias de 221 e 203 kg de matéria seca por hectare por dia. Tomando-se como referência (100%) a taxa média de acúmulo de matéria seca do primeiro corte, os valores do segundo corte representam 121,50%. A maior taxa de acúmulo de MS no segundo corte deveu-se, provavelmente, à maior disponibilidade hídrica do período e ao início do aumento do fotoperíodo.

Figura 4 - Taxas médias de acúmulo diário de matéria seca em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis, nos três cortes.



Fonte: Autor (2022)

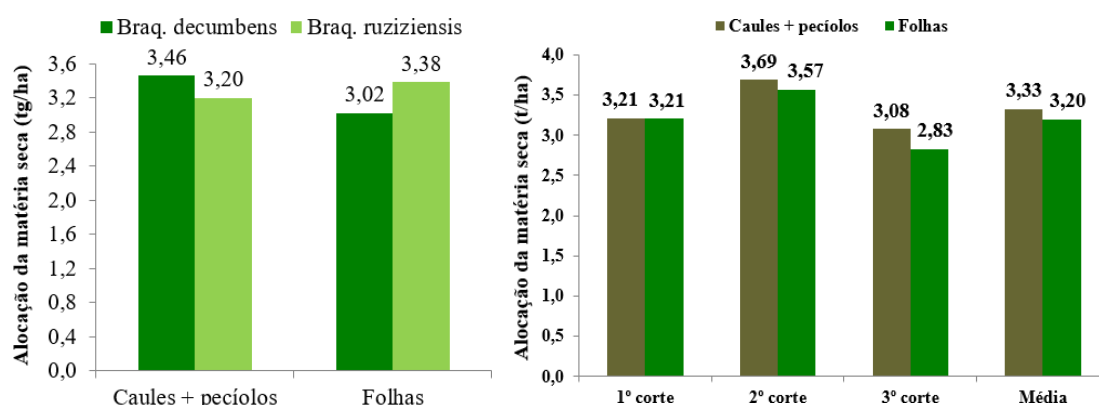
No terceiro corte, possivelmente, a baixa precipitação pluvial ocorrida em setembro (apenas 39 mm) associada à alta evaporação de referência (118 mm), não compensaram o aumento do fotoperíodo. No estudo conduzido por Sanches et al. (2017) para avaliação do consumo de água por quatro plantas forrageiras: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon*, *Panicum Maximum* cv. Mombaça, por um período de 8 semanas, durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, verificou-se que os coeficientes de cultura (K_c) médios dos capins Marandu, *Cynodon* e Mombaça foram, respectivamente, de 1,07, 0,99 e 1,09. Então, com base nos K_c obtidos por Sanches et al. (2017), pode-se pressupor que ocorreu deficiência hídrica moderada no terceiro corte. Contudo, mesmo no primeiro e terceiro cortes as taxas de acúmulo de MS foram muito altas, com valores superiores a 200 kg por hectare por dia.

Em trabalhos conduzidos em Coruripe, Alagoas, Santos et al. (2021a) avaliaram o acúmulo de matéria seca pelas braquiária *brizantha* e braquiária *decumbens*, em solo com 47% de saturação por bases e teores de fósforo e de potássio, respectivamente de 18 e 98 mg dm⁻³. As avaliações foram realizadas dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas (D.A.E.). Durante todo o período de estudo, houve alta taxa de acúmulo de matéria seca, variando de 74,5 a 135 kg de matéria por hectare por dia. O menor valor médio de acúmulo foi verificado na amostragem realizada aos 90 D.A.E. (74,5 kg) e o maior aos 45 D.A.E (135 kg), com efeito estatístico significativo a 0,1% entre esses valores médios. Para as demais amostragens (30, 60, 75 e 105 D.A.E) não houve efeito na taxa média de acúmulo de matéria seca, que variou de

88,5 a 103,3 kg de matéria por hectare por dia. Aos 90 e aos 105 D.A.E, os acúmulos de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens foram, respectivamente, de 14 e 16 t por hectare. Tanto no presente estudo quanto nos de Oliveira et al. (2017), Oliveira et al. (2021a) e Santos et al. (2021a), um dos fatores que podem ter contribuído para as altas taxas de acúmulo de matéria seca foram a baixa acidez dos solos associada à maior disponibilidade de nutrientes.

Em relação a alocação da matéria seca nos caules + pecíolos ou nas folhas, observou-se efeito de braquiária e de corte, não havendo interação entre esses fatores (Tabela 2). Na figura 5 estão apresentados os valores médios de acúmulo de matéria seca nos caules+ pecíolos ou nas folhas das braquiárias decumbens e ruziziensis, bem como a alocação da matéria seca no primeiro, segundo e terceiro cortes. Pela análise da figura 5 pode-se observar que na braquiária ruziziensis houve maior alocação da matéria seca nas folhas, enquanto na braquiária decumbens a maior alocação da matéria seca foi nos caules + pecíolos. Na média dos três cortes a alocação percentual da matéria seca nos caules + pecíolos foi de 51%.

Figura 5 - Valores médios dos acúmulos de matéria seca nos caules + pecíolos ou nas folhas das braquiárias decumbens e ruziziensis no primeiro, segundo e terceiro cortes.



Fonte: Autor (2022)

A braquiária ruziziensis teve maior alocação de MS nas folhas, cerca de 12% a mais que a braquiária decumbens, consequentemente, a braquiária ruziziensis teve menor percentual de MS alocada nos caules + pecíolos. A associação desses dois fatores, o aumento percentual de MS alocada nas folhas, com correspondente redução percentual da MS alocada nos caules + pecíolos, devem repercutir em maior digestibilidade da braquiária ruziziensis, comparativamente à braquiária decumbens, conforme discutido por Paciullo et al. (2021b).

Nos artigos consultados, houve variação no percentual de matéria seca alocada nas folhas, em relação a alocação nos caules + pecíolos. Estas variações ocorreram principalmente em função da fertilidade do solo ou das adubações, especialmente a nitrogenada, havendo

também influência do estágio fenológico das plantas e da espécie de braquiária. No estudo de Portes et al. (2000), aos 65 D.A.E., a massa seca total da parte aérea foi de aproximadamente 4,5 t por hectare. Fagundes et al. (2005) relatam que há efeito de estação do ano sobre a partição da matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens. Considerando os valores médios do estudo de Fagundes et al. (2005), que utilizaram doses de nitrogênio variando de 75 a 300 kg por hectare por ano, para uma taxa média de acúmulo de matéria seca na parte aérea de 65,40 kg por hectare por dia, a alocação percentual nas folhas foi de 57,49% na primavera. Entretanto, no verão, quando a taxa média de acúmulo de matéria seca elevou para 73,50 kg por hectare por dia, a alocação percentual da matéria seca nas folhas reduziu-se para 43,67%.

Nos trabalhos de Magalhães et al. (2007), conduzidos em Itapetinga, centro-sul da Bahia, foram utilizadas dosagens de N variando de zero a 300 kg por hectare por ano. O acúmulo médio de matéria seca na parte aérea foi de 10,20 t por hectare por ano e a alocação percentual desta MS nas folhas foi de 52,40%, mesmo valor obtido por Santos et al. (2015) nos estudos conduzidos em Palmas - Tocantins, que, entretanto, citam que a braquiária híbrida Mulato teve alocação de MS nas folhas de 44,75%.

Em sistema intensivo de produção de forragem, em Coruripe - AL, Santos et al. (2021a) relatam que na braquiária decumbens, aos 30 D.A.E., 64,20% da MS da parte aérea estava alocada nas folhas, mas aos 45 D.A.E. esta alocação reduziu-se para 48,32%, permanecendo praticamente inalterada aos 60 D.A.E. Entretanto, para a braquiária brizantha foi constatado decréscimo na alocação percentual da matéria seca com o avanço da idade das plantas. Aos 30 D.A.E, a alocação percentual da matéria seca nas folhas foi semelhante à da braquiária decumbens: 64,17%, mas reduziu-se para 50,60% aos 45 D.A.E, sendo ainda menor aos 60 D.A.E: 44,81%. No estudo realizado por Paciullo et al. (2021a), em sistema silvipastoril, com baixo uso de insumos, foi observado que, em média, 40% da matéria seca da parte aérea da braquiária decumbens estava alocada nas folhas, mas, nesse estudo, a taxa de acúmulo de matéria seca, mesmo no verão, foi inferior a 80 kg por hectare por dia. Em outro estudo conduzido por Paciullo et al. (2021b), porém, com a braquiária ruziziensis cultivar Integra, também com baixo uso de adubação, pode-se constatar que, no mês de novembro, o acúmulo médio na parte aérea da braquiária foi aproximadamente 3,5 t por ha, sendo que metade estava alocada nas folhas.

4.2 Concentração de proteína bruta na matéria seca da parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis

Houve efeito significativo de espécie de braquiária, de corte e da parte da planta sobre os teores de proteína bruta ($P < 0,001$), sendo que o coeficiente de variação foi de 6,28%. Na tabela 3 estão apresentados os valores médios de proteína bruta em toda a parte aérea das braquiárias decumbens ou ruziziensis, em cada corte.

Tabela 3 – Teores médios de proteína bruta em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis, no estudo conduzido em Rio Largo - AL.

| Corte | Braquiária decumbens | Braquiária ruziziensis | Média |
|-------|----------------------|------------------------|----------|
| | g kg ⁻¹ | | |
| 1° | 105,50 b A | 94,67 a A | 100,08 A |
| 2° | 102,85 a A | 98,73 a A | 100,77 A |
| 3° | 113,04 b B | 107,27 a B | 110,15 B |
| Média | 1007,13 b | 100,22 a | 103,67 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna nem diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teor ou concentração de proteína bruta nas plantas forrageiras é uma das variáveis mais utilizadas na avaliação da qualidade bromatológica das braquiárias (FAGUNDES et al., 2005; VIANA et al., 2011; FRANCISCO et al., 2017; PACIULLO et al., 2021b). A disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio, o fósforo e o enxofre, associada a fatores climáticos (luz, temperatura e umidade) têm grande influência nos teores proteicos das forragens (MOREIRA, 2005; OLIVEIRA et al. 2010; BERNARDI et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2021b). Moreira (2005) em estudos com a braquiária decumbens, conduzido em Viçosa-MG, observou que os teores de proteína bruta no mês de fevereiro foram superiores aos dos demais meses, nos dois anos de estudo, mas a alteração nos teores de proteína bruta, em resposta à adubação nitrogenada, foi linear em todos os meses.

Pela análise da tabela 3 verifica-se que, na média dos três cortes, o teor de proteína bruta em toda a parte aérea da braquiária decumbens foi 7,13% maior que o teor de proteína bruta em toda a parte aérea da braquiária ruziziensis. Em relação aos teores médios de proteína bruta em toda a parte aérea das braquiárias, em cada corte, constatou-se efeito significativo para o terceiro corte, que superou os outros dois cortes em cerca de 10%. Esse aumento da concentração de proteína bruta no terceiro corte, tanto para a braquiária decumbens quanto para a braquiária ruziziensis, pode, em parte, ser explicado pelo menor acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias, no terceiro corte. Como será discutido mais a frente, o acúmulo médio de nitrogênio em toda a parte aérea foi estatisticamente igual para o primeiro e o terceiro cortes, com valores médios 102 kg de N por hectare. Esse efeito de aumento da concentração de

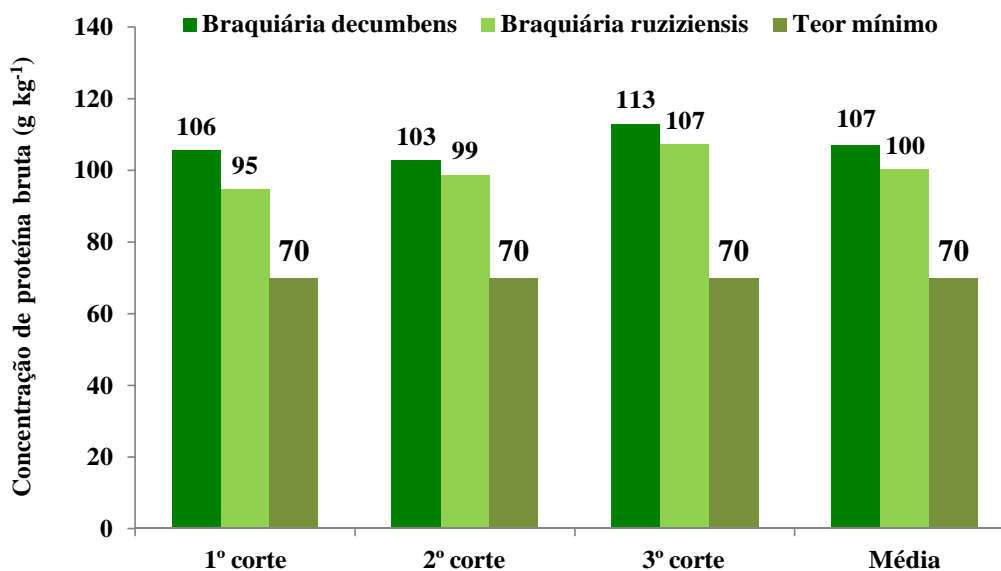
proteína bruta, ou de nitrogênio, em função do decréscimo no acúmulo de matéria seca, tem sido designado genericamente de “efeito de diluição” (SILVEIRA, CROCOMO, 1990; MALAVOLTA et al., 1997; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2021b).

Em estudos realizados por Silveira e Crocomo (1990), foi avaliada a assimilação do nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada na presença de elevado nível de nitrogênio e de vinhaça no solo. Os autores observaram que o acúmulo de nitrogênio antecedeu no tempo ao acúmulo de matéria seca. Houve um período de elevada e crescente taxa de acúmulo de N na parte aérea da cana-de-açúcar, dos 60 aos 150 dias após o plantio (D.A.P.). Aos 120 D.A.P., o teor de proteína bruta nas folhas era de aproximadamente 70 g kg^{-1} , reduzindo-se para cerca de 50 g kg^{-1} aos 350 D.A.P. Pressupondo-se que na fase inicial de crescimento das braquiárias, após o segundo corte, ainda tivesse boa disponibilidade hídrica no solo (ver gráfico de precipitação pluvial no Material e Métodos), a absorção de nitrogênio não teria sido tão prejudicada. Por outro lado, com o avançar do mês de setembro houve aumento na restrição hídrica, que resultou em menor fixação do carbono e acúmulo de matéria seca.

Em relação a concentração média de proteína nas folhas ou nos caules + pecíolos, verificou-se que a braquiária *decumbens* apresentou teores de proteína maior que a braquiária *ruzizensis*. Na média dos três cortes, o teor de proteína bruta nas folhas da braquiária *decumbens* foi de $154,25 \text{ g kg}^{-1}$, enquanto para a *ruzizensis* esta concentração foi de $146,00 \text{ g kg}^{-1}$, com efeito significativo a 0,1%. A concentração média de proteína nos caules + pecíolos na braquiária *decumbens* foi de $60,96 \text{ g kg}^{-1}$, 11% maior que na braquiária *ruzizensis*: $54,75 \text{ g kg}^{-1}$. Santos et al. (2021b) ao avaliarem os teores de proteína bruta das braquiárias *decumbens* e *brizantha*, aos 60 dias após a emergência das plantas, constataram que não houve efeito de espécie de braquiária no teor de proteína bruta dos colmos + pecíolos, tendo-se obtido valor médio de $63,0 \text{ g}$ por kg de matéria seca ou 6,3%. Entretanto, para os teores de proteína bruta nas folhas, houve efeito significativo de espécie. O teor médio de proteína bruta das folhas da braquiária *decumbens*, 151 g kg^{-1} , foi cerca de 10% maior que o da braquiária *brizantha*, resultando em maior teor de proteína bruta da parte aérea da braquiária *decumbens*, comparativamente à *brizantha*.

Na figura 6 estão apresentados os teores de proteína bruta, em toda a parte aérea das braquiárias *decumbens* e *ruzizensis*, nos três cortes, comparativamente ao mínimo citado por Sniffen et al. (1993). Para Sniffen et al. (1993) e Morais et al. (2013), o consumo de alimentos em bovinos é controlado principalmente pela atividade ruminal, sendo o teor de 70 g kg^{-1} ou 7,0 % de proteína bruta em toda a dieta considerado o mínimo crítico para uma boa condição de fermentação ruminal.

Figura 6 - Valores médios das concentrações de proteína bruta em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruziziensis, no primeiro, segundo e terceiro cortes, comparativamente à concentração mínima para uma boa condição de fermentação ruminal.



Fonte: Autor (2022)

Assim, constata-se pela tabela 3 e pela figura 6, que os teores de proteína de toda a parte aérea das braquiárias, nos três cortes, estavam com concentração suficiente para uma boa fermentação e digestibilidade da matéria seca no rúmen. Menores teores de proteína bruta acarretam diminuição no consumo e, conseqüentemente, as exigências de manutenção não são supridas, resultando em perda de peso (MORAIS et al., 2013; SANTOS et al., 2021b). Por esse motivo, os menores consumo e digestibilidade das gramíneas tropicais em avançado grau de maturidade estão relacionados aos baixos teores de proteína bruta e, conseqüentemente, pelo menor suprimento de amônia no rúmen para bactérias celulolíticas (KOZLOSKI, 2019; OLIVEIRA et al., 2021b).

4.3 Remoção e balanço dos nutrientes N, P e K no sistema solo-planta

Pelo exposto anteriormente, pode-se constatar que as braquiárias decumbens e ruziziensis tiveram alta taxa de acúmulo de matéria no sistema adotado, ultrapassando, em todos os cortes, a 200 kg de matéria seca por hectare por dia. Em sistemas intensivos de produção de forragem, o adequado suprimento de nutrientes às plantas é condição fundamental para manterem as altas produtividades e o valor bromatológico da biomassa produzida (FRANCISCO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2021b; SANTOS et al., 2021b). Nesses sistemas,

a aplicação de adubos nitrogenados é imprescindível, porém, pode ocorrer aumento do alumínio na solução do solo decorrente da acidificação causada pelos adubos amoniacais e amídicos (RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2018). Assim, deve-se estar atento também à elevação do teor de alumínio trocável, para que não ocorra interferência negativa deste elemento na disponibilidade de nutrientes no solo, no aprofundamento do sistema radicular e na fisiologia das plantas (RAIJ, 2008; OLIVEIRA et al., 2021b).

Na tabela 4 estão apresentados os valores médios de acúmulo de fósforo e de potássio em toda a parte aérea das braquiárias decumbens ou ruzizensis, em cada corte. Para o acúmulo de fósforo, houve efeito significativo ($P < 0,001$) de espécie de braquiária e de corte, não havendo interação entre esses fatores. Para o potássio, houve efeito apenas de corte ($P < 0,001$). O coeficiente de variação para o acúmulo de P e de K, foi de 10,71 e 11,98%, respectivamente. Na média dos três cortes as remoções de fósforo e de potássio foram de 15,6 e 178 kg por hectare por corte. Para o nitrogênio, conforme valores detalhados anteriormente no item “Proteína Bruta”, a remoção média foi de 107 kg por hectare por corte.

Tabela 4 - Valores médios de acúmulo de fósforo e de potássio em toda a parte aérea das braquiárias decumbens e ruzizensis, em cada corte.

| Corte | Acúmulo de Fósforo | | | Acúmulo de Potássio | | |
|-------|---------------------|------------|--------|---------------------|------------|-------|
| | Braq. dec. | Braq. ruz. | Média | Braq. dec. | Braq. ruz. | Média |
| | kg ha ⁻¹ | | | | | |
| 1º | 14,4 a B | 18,7 b B | 16,5 B | 160 a A | 188 a A | 174 A |
| 2º | 15,0 a B | 18,6 b B | 16,8 B | 196 a B | 194 a A | 195 B |
| 3º | 12,7 a A | 14,4 a A | 13,5 A | 159 a A | 169 a A | 164 A |
| Média | 14,0a | 17,2 b | 15,6 | 172 a | 184 a | 178 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna nem diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com base nos valores médios de remoção de nutrientes citados no parágrafo anterior e considerando também a produtividade média de matéria seca dos três cortes, que foi de 6.530 kg por hectare (tabela 2), obtêm-se índices de remoção de N, P e K respectivamente de 16,38; 2,39 e 27,26 g por kg de matéria seca. No balanço de nutrientes no sistema solo-planta, considera-se as adubações como entrada e as colheitas como saída. Então, nos três cortes foram aplicados 450 kg de N, 50 kg de P (114,5 kg de equivalente a P₂O₅) e 450 kg de K. A produção média de matéria seca acumulada nos três cortes foi de 19.590 kg por hectare, havendo uma remoção de 321 kg de N, 44,9 kg de P e 534 kg de K. Verifica-se então que o balanço foi positivo para o N, levemente positivo para o fósforo e negativo para o potássio que forneceu cerca 85% do K removido pela colheita da parte aérea das braquiárias.

Em estudo conduzido por Raij e Quaggio (1984) avaliaram-se em 24 solos se o potássio trocável seria a única forma do nutriente disponível para braquiária decumbens. Foram

utilizadas amostras superficiais de seis solos com horizonte B latossólico, nove com horizonte B textura l e um orgânico, bem como amostras do horizonte B de sete solos com B textural e de um Latossolo. O ensaio foi conduzido em vasos de dois litros de solo, obtendo-se três cortes do capim. Analisou-se o potássio trocável no solo no início e no final do ensaio e determinou-se o potássio absorvido pela parte aérea do capim. A absorção de potássio em geral superou a diminuição da quantidade de potássio trocável, entre o início e o fim do experimento, em cerca de 50% para as amostras superficiais e em mais de duas vezes para as amostras do horizonte B, chegando a dez vezes mais em um caso. Não obstante a isso, excluindo-se uma amostra de solo que teve comportamento excepcional, o potássio absorvido apresentou alta correlação com a quantidade trocável, tanto para o primeiro corte ($r = 0,911$) como para a soma dos três cortes ($r = 0,913$). Com base nesses resultados, Rajj e Quaggio (1984) concluíram que a braquiária decumbens aproveitou quantidades de potássio que superaram os teores trocáveis dos solos, principalmente de amostras do horizonte B de podzólicos.

Altas remoções de nutrientes, em sistemas intensivos de produção, ou de alta produtividade das braquiárias, são relatados por Cantarella et al. (2002), Francisco et al. (2017), Oliveira et al. (2021a) e Santos et al. (2021b). Confirmou-se com os resultados do presente estudo que, em sistemas intensivos de produção, a adubação de restituição ou a adubação baseada na expectativa de produtividade é essencial para manter as altas produtividades e o valor bromatológico da forragem (OLIVEIRA et al., 2021b).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições edafoclimáticas em que foi conduzido o presente estudo, pode-se constatar que a braquiária *decumbens* e *ruzizensis* tiveram alta produtividade, uma vez que a média do acúmulo de matéria seca (MS) nos três cortes foi de 6,53 t por hectare, a cada quatro semanas, resultando, portanto, em acúmulo de MS superior a 200 kg por hectare por dia.

Não houve diferença estatística entre as braquiárias quanto a produção de MS; entretanto, houve efeito significativo de época de corte para a produção de forragem; e, a produção média das duas braquiárias no segundo corte, 7,26 t por hectare, foi cerca de 10% maior que a média dos primeiro e terceiro cortes, estatisticamente iguais. A maior produtividade de MS no segundo corte deveu-se, provavelmente, à maior disponibilidade hídrica do período e ao início do aumento do fotoperíodo.

A braquiária *ruzizensis* teve maior alocação de MS nas folhas, cerca de 12% a mais que a braquiária *decumbens*. Por outro lado, na média dos três cortes, o teor de proteína bruta da braquiária *decumbens*, 107,1 g kg⁻¹, foi estatisticamente maior que o teor de proteína bruta na braquiária *ruzizensis* (100,2 g kg⁻¹).

Com base nos valores médios de remoção de nutrientes e de acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias obtiveram-se índices de remoção de N, P e K, respectivamente, de 16,38; 2,39 e 27,26 g por kg de matéria seca, que deverão ser repostos pela adubação química ou orgânica.

Há necessidade de estudos de longo prazo, para avaliação de variáveis não contempladas nessa pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM et al. **As principais espécies de Brachiaria utilizadas no País**. Comunicado Técnico 22. EMBRAPA- CNPGL. 2002. 4p.

BAPTISTELLA, J. L. C. et al. Urochloa in Tropical Agroecosystems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, p. 1-17, 2020.

BARCELOS, A. F. et al **Adubação de capins do gênero Brachiaria**. EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2011.

BERNARDI, A. et al. 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
biológicos. 2. ed. Viçosa, MG: UFV. 2002. 235 p.

CANTARELLA, H. et al. **Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens**. 19º Simpósio sobre manejo da pastagem, p 99-131, 2002.

CORRÊA, L.A. et al. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de quatro cultivares de Panicum maximum em Latossolo Vermelho Amarelo, álico. XXXIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Fortaleza, CE, v.2, forragicultura, p.169. 1996.

CRISPIM, S.M.A.; BRANCO, O.D. **Aspectos gerais das braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. Embrapa Pantanal, 2002. 25p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J. A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.143-150, 1986.

ERNANI, P.R. et al. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p.897- 904, 2001.

FAGUNDES, J. L. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

FAQUIN, V. et al. Absorção e acumulação de nutrientes por gramíneas forrageiras sob influência de fontes de fósforo e correção do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.2, p.219-226, 1997.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FRANCISCO, E. A. B. et al. Aumento da produtividade de carne vai adubação de pastagens. **Informações Agronômicas**, n.158. 2017. p. 6-12.

HENNESSY, D. et al. Increasing grazing in dairy cow milk production systems in Europe. **Sustainability**, v. 12, 2020.

KAMINSKI, J. et al. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1107-1113, 2002.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 212 p. 3ª edição, 2ª reimpressão. 2019.

MAGALHÃES, J.V. **Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho (*Zea mays*, L.) submetidas a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva**. 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 211p.

MORAIS, M.G. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos submetidos a diferentes níveis de ureia. **Archivos de Zootecnia**, v..62, n..238, p.239-246, 2013.

MOREIRA, L.M. **Características estruturais do pasto, composição química e desempenho de novilhos em pastagem de brachiaria decumbens cv. basilisk adubada com nitrogênio**. 2005. 179 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e plantas em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1999. 399 p.

NUÑEZ, J. et al. 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, D. A. Valor nutritivo do capim-braquiária no primeiro ano de recuperação com aplicações de nitrogênio e enxofre. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.4, p.716-726, 2010.

OLIVEIRA, G. C. B. et al. **Produção e composição química da braquiária ruziziensis cultivada após a colheita do milho de primeira safra.** In: VI Simpósio Nacional de Bovinocultura de Leite. p.253-256. Universidade Federal de Viçosa, 2017.

OLIVEIRA, M.W. et al. Doses de corretivos e alterações químicas em dois solos. **IN: I Congresso Brasileiro de Mamona.** Campina Grande, Paraíba. 2004. CD Room.

OLIVEIRA, M. W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. In: **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.30-43, 2007.

OLIVEIRA, M. W. et al. **Mineral Nutrition and Fertilization of Sugarcane.** In: Alexandre Bosco de Oliveira. (Org.). Sugarcane - Technology and Research.1 ed. Londres: INTECH - Open Science, v. 1, p. 169-191, 2018.

OLIVEIRA, M.W. et al. **Análise do crescimento da braquiária brizantha, usada como planta de cobertura do solo e recicladora de nutrientes.** IN: Congresso Internacional das Ciências Agrárias (COINTER PDVAgro 2021). 2021a.

OLIVEIRA, M. W. et al. Produção de cana-de-açúcar para a alimentação de bovinos. In: **Alimentos e Alimentação Animal.** Editora Científica Digital. Guarujá – SP. p. 81 a 117. 2021b.

PACIULLO, D. S. C. et al. Pasture and animal production in silvopastoral and open pasture systems managed with crossbred dairy heifers. **Livestock Science**, 245, 2021a.

PACIULLO, D. S. C. et al. **Produção de forragem de *Brachiaria ruziziensis* cv. BRS Integra sob pastejo, ao longo do ano.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.43. EMBRAPA- CNPGL. 2021b. 23 p.

PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, p. 1349-1358, 2000.

PRIMAVESI, A. C. et al. Nutrientes na fitomassa de capim Marandú em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 562–568, 2006.

RAIJ, B. **Gesso na agricultura.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 233p.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. Disponibilidade de potássio em solos para o capim braquiária cultivado em vasos. **Bragantia**, v.43, n.2., p.531- 539, 1984.

RUFTY, T. W. et al. Phosphorus stress effects on assimilation of nitrate. **Plant Physiol.**, v. 94: p. 328-333, 1990.

SANCHES, A. C. et al. Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. **Revista brasileira de agricultura irrigada.** V.11, nº.2,p.1291-1301, 2017.

SANTOS, L. M. et al. Potencial de estabelecimento da brachiaria híbrida cultivar mulato II (Convert HD364) no Estado do Tocantins. **Nativa**, v. 03, n. 04, p. 224-232, 2015.

SANTOS, D. F. et al. **Acúmulo e partição da matéria seca nas braquiárias brizantha e decumbens, na região de Coruripe, AL.** IN: Congresso Internacional da Agroindústria (CIAGRO 2021a).

SANTOS, D. F. et al. **Proteína bruta e macronutrientes nas folhas e caules das braquiárias brizantha e decumbens aos 60 dias pós emergência.** IN: VI Congresso Internacional das Ciências Agrárias (COINTER) 2021b.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ª ed. Viçosa: UFV. 2006. 235 p.

SILVEIRA, J. A. G.; CROCOMO, O. J. Assimilação de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em presença de elevado nível de N e de vinhaça no solo. **Rev. Bras. Fisiol. Vegetal**, v.2, n.2, p. 7-15, 1990.

SNIFFEN, C.J. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **J Dairy Sci**, v.76, p. 3160-3178. 1993.

STROZZI, G. **Características produtivas, fisiológicas e bromatológicas do capim-marandu sob doses de nitrogênio e pastejo por ovinos.** Dissertação. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo – Departamento de Zootecnia. 2014. 71p.

SUBBARAO, G. V. et al. Biological nitrification inhibition (BNI) - is it a widespread phenomenon? **Plant and Soil**, v. 294, p. 5 -18. 2007.

SUBBARAO, G. V. et al. Evidence for biological nitrification inhibition in Brachiaria pastures. **Proc. Natl. Acad. Sci.** v.106, p.17302–17307. 2009.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; CANTARUTTI, R. B.; MASCARENHAS, M. H. T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.1497-1503, 2011.

XAVIER, D. F. et al. **Características e potencialidades das pastagens de braquiárias para a produção de leite**. Documentos 87. EMBRAPA CNPGL, 34 p. 2002.