

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

**DALMO DE FREITAS SANTOS**

**CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS BRAQUIÁRIAS BRIZANTHA E  
DECUMBENS, USADAS COMO PLANTAS FORRAGEIRAS OU DE COBERTURA DE  
SOLO, NA REGIÃO DE CORURIBE -AL**

**RIO LARGO - AL  
FEVEREIRO de 2024**

DALMO DE FREITAS SANTOS

**CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS BRAQUIÁRIAS BRIZANTHA E  
DECUMBENS, USADAS COMO PLANTAS FORRAGEIRAS OU DE COBERTURA DE  
SOLO, NA REGIÃO DE CORURIBE -AL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Rio Largo - AL  
Fevereiro de 2024

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S237c Santos, Dalmo de Freitas  
Crescimento e composição química das braquiárias brizantha e decumbens, usadas como plantas forrageiras ou de coberturas de solo, na região de Coruripe – AL. / Dalmo de Freitas Santos – 2024.  
38 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2024.

Orientação: Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Inclui bibliografia

1. Forragicultura. 2. Planta de cobertura. 3. Matéria seca. I. Título

CDU: 633.2

*Dedico este trabalho*

Aos meus Vós paternos João Esperidião Soares dos Santos (*in memoriam*) e Maria Ferreira dos Santos (*in memoriam*), que perdi durante a graduação, mas que sempre me apoiaram e acreditaram em mim. Ao meu primo/irmão Bruno Esperidião Soares (*in memoriam*). E ao meu Tio/Pai José Jaelson Ferreira dos Santos (*in memoriam*), que perdi durante o mestrado.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar forças todos os dias para enfrentar as dificuldades.

Aos meus pais, Laelson Ferreira dos Santos e Dilma de Freitas Pereira Santos pelo apoio nessa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira, pela orientação, conselhos, dedicação, paciência e confiança depositada desde o momento que nos conhecemos!

Aos meus irmãos Luan Marques de Freitas Santos e Laís de Freitas Santos, pelo apoio.

A minha noiva Esly da Costa Soares, por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus amigos/irmão do coração Cleiton de Andrade e Marcos Cesar, pelo companheirismo, pela ajuda e sempre por acreditarem em mim!

Aos meus amigos e companheiros de graduação, João Pedro, José Kevin e Tulio Menezes.

Aos meus amigos e companheiros de pós-graduação, Patrícia Silva, Tâmara Ingryd, Ana Rosa, Hilda Rafaela, Micaely Calixto, Mariângela Pereira e Danielle Rufino, pelas batalhas vencidas juntos.

Aos meus amigos do laboratório de Fertilidade do solo e Nutrição Mineral de Plantas, Tulio Menezes, Wesley Assis, Gino Lima e Kemelly Athla pela amizade, companheirismo e ajuda nos momentos que eu precisei.

A Prof.<sup>a</sup> Terezinha Bezerra Albino Oliveira por toda ajuda.

Aos meus professores da pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos necessários para a minha formação.

Ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, pela oportunidade e o conhecimento que me deram.

A banca, por separarem um tempo em seu dia para avaliar esse presente trabalho.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuiu para realização desse sonho e conquista desse título, deixo meu reconhecimento e gratidão.

A todos, meu **MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

As braquiárias (*Urochloa* spp.) tem sido muito utilizada na pecuária e na agricultura brasileira, como plantas forrageiras e de cobertura de solo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar no ambiente edafoclimático de Coruripe, as taxas de acúmulo de matéria seca e a qualidade bromatológica das braquiárias brizantha e decumbens. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média, tendo saturação por bases de 47% na camada de 0 a 20 cm, teor médio de fósforo e alto de potássio. A semeadura das braquiárias foi realizada em abril, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições. As adubações químicas realizadas foram em doses equivalentes a 150 kg, 50 kg, 150 kg de N, P e K por hectare. As avaliações da produção e da qualidade bromatológica das braquiárias foram realizadas aos 45 e 60 dias após a emergência das plantas (D.A.E). Para as taxas de acúmulo de matéria seca as avaliações foram aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 D.A.E. As braquiárias brizantha e decumbens tiveram alta taxa de crescimento, mas nas avaliações realizadas aos 45 e 60 D.A.E, a braquiária decumbens teve acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea cerca de 25% maior que a braquiária brizantha. Quanto a concentração de nutrientes em toda a biomassa aérea, as braquiárias tiveram a mesma concentração de proteína bruta, fósforo e magnésio. Para o cálcio, os teores na parte aérea da braquiária brizantha foram maiores que os da braquiária decumbens, ocorrendo o contrário quanto à concentração de enxofre. Quando avaliadas como plantas de cobertura de solo e recicladoras de nutrientes, as braquiárias brizantha e decumbens tiveram alta produtividade no ambiente edafoclimático de Coruripe. Aos 105 D.A.E. o acúmulo de matéria seca pela braquiária brizantha foi de 22,75 t por hectare, superando o acúmulo da braquiária decumbens em 126,4%, uma vez que a produção da braquiária decumbens foi de 18,00 t de matéria seca por hectare. Os acúmulos médios de nitrogênio e de fósforo foram respectivamente de 267 e 73 kg ha<sup>-1</sup> para a braquiária brizantha, sendo de 228 e 44 kg ha<sup>-1</sup> para a braquiária decumbens. Não houve diferença entre as braquiárias quanto aos acúmulos de potássio, cálcio, magnésio e enxofre. O potássio foi o nutriente que mais acumulou na parte aérea: 604 kg ha<sup>-1</sup>, superando, portanto, o acúmulo médio de nitrogênio em 357 kg por hectare. Os valores médios de acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre foram, respectivamente de 58, 44 e 34 kg ha<sup>-1</sup>. Nas condições edafoclimáticas do presente estudo, tanto a braquiária brizantha quanto a braquiária decumbens foram excelentes plantas forrageiras, e tiveram grande acúmulo de matéria seca, podem ser usadas como cobertura morta do solo, e recicladoras de nutrientes, especialmente potássio, em sistemas de semeadura direta.

**Palavras-chaves:** Forragicultura, Semeadura Direta, Plantas de Cobertura, Matéria Seca.

## ABSTRACT

*Brachiaria* (*Urochloa* spp.) has been widely used in livestock and Brazilian agriculture, as forage and soil cover plants. Thus, the objective of the present study was to evaluate the dry matter accumulation rates and bromatological quality of *brachiarias* *brizantha* and *decumbens* in the edaphoclimatic environment of Coruripe. The soil used was a dystrophic Red-Yellow Latosol, of medium texture, with base saturation of 47% in the layer from 0 to 20 cm, medium phosphorus and high potassium content. *Brachiaria* sowing was carried out in April, in a randomized block experimental design, with five replications. The chemical fertilizers carried out were in doses equivalent to 150 kg, 50 kg, 150 kg of N, P and K per hectare. Evaluations of production and bromatological quality of *brachiaria* were carried out 45 and 60 days after plant emergence (D.A.E). For dry matter accumulation rates, the assessments were at 30, 45, 60, 75, 90 and 105 D.A.E. The *brachiaria* *brizantha* and *decumbens* had a high growth rate, but in the evaluations carried out at 45 and 60 D.A.E, the *brachiaria* *decumbens* had an accumulation of dry matter in the entire aerial part around 25% greater than the *brachiaria* *brizantha*. Regarding the concentration of nutrients in the entire aerial biomass, the *brachiarias* had the same concentration of crude protein, phosphorus and magnesium. For calcium, the levels in the aerial part of *Brachiaria* *brizantha* were higher than those of *Brachiaria* *decumbens*, with the opposite occurring in terms of sulfur concentration. When evaluated as soil cover plants and nutrient recyclers, *brachiarias* *brizantha* and *decumbens* had high productivity in the edaphoclimatic environment of Coruripe. At 105 A.D.E. the accumulation of dry matter by *Brachiaria* *brizantha* was 22.75 t per hectare, exceeding the accumulation of *Brachiaria* *decumbens* by 126.4%, since the production of *Brachiaria* *decumbens* was 18.00 t of dry matter per hectare. The average accumulations of nitrogen and phosphorus were respectively 267 and 73 kg ha<sup>-1</sup> for *brachiaria* *brizantha*, and 228 and 44 kg ha<sup>-1</sup> for *brachiaria* *decumbens*. There was no difference between *brachiarias* in terms of potassium, calcium, magnesium and sulfur accumulation. Potassium was the nutrient that accumulated the most in the aerial part: 604 kg ha<sup>-1</sup>, therefore exceeding the average accumulation of nitrogen by 357 kg per hectare. The average values of calcium, magnesium and sulfur accumulation were 58, 44 and 34 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. Under the edaphoclimatic conditions of the present study, both *Brachiaria* *brizantha* and *Brachiaria* *decumbens* were excellent forage plants, and had a large accumulation of dry matter, can be used as soil mulch, and recycle nutrients, especially potassium, in direct seeding systems .

**Keywords:** Forage, Direct Seeding, Cover Plants, Dry Matter.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Localização do município de Coruripe - AL, local do estudo..... 16
- Figura 2** - Precipitação pluvial durante o estudo conduzido no município de Coruripe, AL. Volume mensal de chuva e volume acumulado. .... 17
- Figura 3** - Abertura dos sulcos para a semeadura das braquiárias brizantha (*Urochloa brizantha*, cv. Marandu) e decumbens (*Urochloa decumbens* cv.IPEAN), e as plantas emergindo, aos sete dias após a semeadura. .... 18
- Figura 4** - Adubação nitrogenada e potássica na entrelinha e amostragem nas linhas centrais das parcelas para a avaliação do acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens. .... 19
- Figura 5** - Valores médios dos acúmulos de matéria seca nas folhas (Folhas) nos caules + pecíolos (C+P), e em toda a parte aérea da planta (Parte aérea), na braquiária brizantha e na braquiária decumbens, aos 45 (A) e aos 60 (B) dias após a emergência da das plantas, no estudo conduzido em Coruripe, AL..... 22
- Figura 6** - Acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, dos 30 aos 105 D.A.E. .... 27

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Resultados analíticos da amostra de solo da área do estudo, na camada de 0 a 20cm de profundidade, coletadas no mês de março, CECA,UFAL,2024.----- 17
- Tabela 2-** Valores médios dos teores de proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, nos caules + pecíolos (C+P), nas folhas (Folhas) e em toda a biomassa da parte aérea das braquiárias brizantha ou decumbens (Parte aérea), nas amostragens realiz realizadas aos 45 e aos 60 dias após a emergência das plantas (D.A.E.), CECA,UFAL,2024 ----- 25
- Tabela 3-** Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) do acúmulo de matéria seca (Ac. MS), acúmulo de nitrogênio (Ac. N) e acúmulo de fósforo, na parte aérea da braquiária brizantha e da braquiária decumbens, cultivadas na região de Coruripe-AL e coletadas aos 105 dias após emergência, CECA,UFAL,2024----- 31
- Tabela 4-** Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) do acúmulo de potássio (Ac. K), acúmulo de cálcio (Ac. Ca), acúmulo de magnésio (Ac. Mg) e acúmulo de enxofre (Ac. S), na parte aérea da braquiária brizantha e da braquiária decumbens, cultivadas na região de Coruripe-AL e coletadas aos 105 dias após emergência, CECA,UFAL,2024 ----- 32

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Histórico do uso de plantas de cobertura do solo .....	12
2.2 Acúmulo de biomassa pelas plantas de cobertura do solo e condições edafoclimáticas	13
2.3 Crescimento das plantas e a qualidade da forragem .....	15
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
4.1 Produção, partição da matéria seca e composição química da forragem aos 45 e aos 60 D.A.E. ....	22
4.2 Acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, dos 30 aos 105 D.A.E. ....	26
4.3 Acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, aos 105 D.A.E. ....	30
<b>5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>

## 1 - INTRODUÇÃO

As plantas do gênero *Urochloa*, anteriormente designado de braquiárias, tem sido muito utilizada na pecuária e na agricultura brasileira, como plantas forrageiras e de cobertura de solo. As braquiárias são rústicas, com ampla adaptação a diferentes ambientes edafoclimáticos, tendo também ao alto potencial produtivo, associado à boa qualidade bromatológica da forragem (BENETT et al., 2008; BRAGA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022a; ASSIS et al., 2023). A semeadura direta é uma tecnologia muito usada nas diversas regiões agrícolas do Brasil e do mundo, melhorando a capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de solos de áreas degradadas. A cobertura morta do terreno com palhada, e a persistência desta palhada sobre o solo, são fatores responsáveis pelo sucesso na semeadura direta, principalmente na emergência das plântulas e nas fases iniciais de desenvolvimento do milho (PACHECO et al., 2013; FRANCISCO et al. 2017; OLIVEIRA et al., 2021b).

A cobertura morta atua como reguladora da temperatura do solo, diminui a erosão e o selamento da camada superficial do terreno, infiltração da água da chuva e a disponibilidade hídrica, facilitando desta forma a emergência das plântulas de milho, resultando em lavouras mais uniformes e de maior potencial produtivo. Diversas plantas têm sido utilizadas como cobertura de solo, sobressaindo as gramíneas quanto a produtividade de biomassa, enquanto as leguminosas se destacam quanto a fixação biológica do nitrogênio do ar atmosférico. Entre as gramíneas usadas como plantas de cobertura morta do solo as mais comuns tem sido as braquiárias, o milheto, o capim Mombaça e o sorgo forrageiro (BRAZ et al., 2010; PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021a; CABRAL et al., 2023).

Nas pastagens semeadas ou introduzidas, há predominância dos gêneros *Panicum* e *Urochloa*. 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 (OLIVEIRA et al., 2022a; ASSIS et al., 2023; SANTOS et al., 2022). Santos et al. (2022) em estudos conduzidos com a braquiária *decumbens* em sistema intensivo de produção, em Coruripe - AL, 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 também alta remoção de nutrientes, devendo-se estar atento para que não ocorra empobrecimento e acidificação do solo.

Ante ao exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliado, no ambiente edafoclimático de Coruripe - AL, a produção e a qualidade bromatológica das braquiárias *brizantha* e *decumbens*, bem como o potencial produtivo destas plantas como recobridoras do solo e recicladoras de nutriente, em condições de boa disponibilidade de nutrientes e de água.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

Nos últimos anos houve grande progresso na agricultura mundial, e várias tecnologias foram incorporadas aos diversos sistemas de produção, com o objetivo de aumentar a eficiência dos insumos, elevar a produtividade da terra, da mão-de-obra, e tornar as atividades agropecuárias mais sustentáveis (CHENU et al., 2019; ASSIS et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2023a; CABRAL et al., 2023). Desta forma, a agricultura sustentável abrange várias estratégias para uma gestão mais eficaz do solo, dos insumos, dos recursos naturais e da atividade agropecuária (RUMPELL et al., 2020). Uma dessas estratégias é o cultivo de plantas de cobertura de solo, que oferece diversos benefícios aos agroecossistemas, incluindo a melhoria das propriedades físico-químicas do solo, o aumento da ciclagem de nutrientes, maior eficiência na utilização da água da chuva, e conseqüentemente maior crescimento e rendimento das culturas (SKORA NETO & CAMPOS, 2017; OLIVEIRA et al., 2022b; SANTOS et al., 2023).

No Brasil, as plantas de cobertura de solo tem sido utilizadas como produtoras de grãos, pastagens, forrageiras para fenação e ensilagem, e formação de palhada (BRAZ et al., 2010). A biomassa das culturas de cobertura, incorporada ao terreno ou mantida sobre o solo, eleva a matéria orgânica do solo, resultando em maior taxa de infiltração da água da chuva, com menor erosão, tendo também grande efeito no deslocamento de nutrientes na solução do solo, com conseqüente aumento na quantidade destes nutrientes que alcança o sistema radicular das plantas (OLIVEIRA et al., 2018; CHENU et al., 2019; RUMPELL et al., 2020.)

A biomassa das plantas de cobertura é também fonte de nutrientes para a macro e microfauna do solo. A atividade da macrofauna e da microfauna influencia na estrutura do solo, na distribuição das partículas do solo e nas trocas gasosas, com efeito hormonal estimulante sobre o crescimento do sistema radicular e a cinética de absorção de nutrientes pela planta (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2021a, CABRAL et al., 2023). Mesmo com todo progresso científico e implementação de novas tecnologias, o sucesso do cultivo de vegetais utilizando plantas de cobertura de solo é dinâmico e novos desafios na produção agrícola surgem a cada dia (BARROS & BROCH, 2021; OLIVEIRA et al., 2022b; JIMÉNEZ-GONZÁLEZ et al., 2023; FONTANAZZA, 2023).

### **2.1 Histórico do uso de plantas de cobertura do solo**

A expressão “plantas de cobertura do solo” tem sido muito usada nas últimas décadas, principalmente após a implementação do sistema de semeadura direta (BRAZ, 2003; KLUTHCOUSKI et al., 2003; TIMOSSI et al., 2007; BERNARDES et al., 2010; PACHECO et al., 2013; BERTOLINO et al., 2021). Entretanto, se for realizada uma análise de textos mais

antigos pode-se constatar que o cultivo de plantas para recobrir o solo, reciclar e fixar nutrientes no terreno também é antiga. Fontanazza (2023), em sua tese de doutorado, avaliando manejo sustentável de agroecossistemas no mediterrâneo, faz citações bem antigas. Segundo essa autora (FONTANAZZA, 2023), no Yue Ling ou quarto livro de Li Ki ou Livro dos Ritos, uma espécie de enciclopédia escrito sob a dinastia Han, que reinou de 206 “Antes da Era Comum” (A.E.C) a 220 “Depois da Era Comum”, há relatos do uso de plantas daninhas e gramíneas como adubos verdes. Anteriormente a expressão “Antes da Era Comum” era designada de “Antes de Cristo”. Fontanazza, (2023) cita que Chia Szu, que viveu por volta do século V A.E.C, relatou o uso de adubos verdes como plantas de cobertura de solo e melhoradoras da fertilidade do terreno, sendo uma prática comum nas províncias de Jiangsu e Anhui.

Ainda segundo Fontanazza (2023), na antiga agricultura grega, a melhoria da propriedades física, químicas e biológicas do solo era uma prática muito importante. Na Tessália e a Macedónia cultivavam-se a fava (*Vicia faba*) para enterrá-la na fase de florescimento pleno; porque os gregos perceberam que esta prática agrícola revigora o solo. No Teofrasto, na *Causa Plantarum*, atribui-se a quase todas as leguminosas a característica de revigorar o solo. O tremoço e a ervilhaca também são citados como as melhores culturas que deveriam anteceder ao cultivo de cereais. Paládio, no século IV, da Era Comum, em seu *Opus Agriculturae*, escreveu que o tremoço é útil porque controla as plantas daninhas sem intervenção de um trabalhador.

Geralmente os antigos, devido a sua longa experiência e observação, utilizavam leguminosas para tornar o solo mais macio e poroso, devido às suas raízes grossas e profundas. Os antigos também aprenderam a manejar ervas daninhas com a espessa cobertura de leguminosas. Além disso, entenderam que as leguminosas deixam mais nutrientes no solo do que removem, e seu cultivo representava uma alternativa economicamente mais atrativa que o pousio das terras. Eles descobriram como valorizar as terras marginais, impróprias para o cultivo, semeando leguminosas, como tremoço ou ervilhaca, que prosperavam em solos pobres e com pouca disponibilidade de água (OLIVEIRA et al., 2021a; FONTANAZZA, 2023).

## **2.2 Acúmulo de biomassa pelas plantas de cobertura do solo e condições edafoclimáticas**

Atualmente, nos diversos ambientes edafoclimáticos do mundo, várias plantas têm sido utilizadas como cobertura de solo, formadoras de palhada e recicladoras de nutrientes (CHENU et al., 2019; JIMÉNEZ-GONZÁLEZ et al., 2023; FONTANAZZA, 2023; RUMPEL et al., 2020). No Brasil, sobressaem-se as gramíneas quanto ao acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas (KLUTHCOUSKI e tal., 2003; TIMOSSI et al., 2007; BERNARDES et al., 2010;

BRAZ et al., 2010; PACHECO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2021b), enquanto as leguminosas se destacam quanto a fixação biológica do nitrogênio do ar atmosférico (HASKEL et al. 2020, BERTOLINO et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021a). Entre as gramíneas usadas como plantas de cobertura do solo e recicladoras de nutrientes, as mais comuns têm sido as braquiárias, o milho, o capim Mombaça e o sorgo forrageiro. Entre as leguminosas mais usadas estão a crotalária juncea, o feijão guandu, o feijão de porco e as mucunas cinza e preta (HASKEL et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2021a; OLIVEIRA et al., 2021b; SANTOS et al., 2021; FERREIRA et al., 2023).

Algumas destas plantas de cobertura do solo e recicladoras de nutrientes são menos exigentes quanto a fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica, enquanto outras tem alta produção de matéria seca somente quando há bom suprimento de nutrientes e de água no solo. As espécies de brachiaria, originárias das savanas da África Oriental, pertencentes à família Poaceae, geralmente são mais tolerantes a deficiência de nutrientes e de água, produzindo satisfatoriamente mesmo em solos de menor fertilidade com restrição hídrica. Mas, por outro lado, as braquiárias respondem bem a melhoria da fertilidade do solo, aumentando muito o acúmulo de nutrientes na parte aérea quando cultivadas em solos férteis, ou quando adubadas, principalmente com nitrogênio (ASSIS et al., 2023; BALDISSERA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2022a; SALES et al. 2013; SANTOS et al., 2023.)

A crotalária juncea é uma das leguminosas de maior potencial produtivo quando semeada sob noites longas decrescente (OLIVEIRA et al., 2022b). Entretanto é muito exigente em fertilidade do solo e disponibilidade hídrica, florescendo precocemente quando semeada sob noites longas crescentes, o que diminui acentuadamente o acúmulo de matéria seca e ciclagem de nutrientes (BERTOLINO et al., 2021; HASKEL et al., 2020). Em estudo conduzido em área de reforma de canavial, Oliveira et al. (2021a) relatam que a crotalária juncea foi uma planta muito sensível aos baixos teores de cálcio e magnésio no solo e a alta saturação por alumínio. O acúmulo de matéria seca pela crotalária juncea nas áreas com solo ácido foi em média de 5,6 t por hectare, por outro lado nas áreas de maior fertilidade e sem alumínio trocável na camada de 0 a 20 cm, verificou-se valor médio de acúmulo de matéria seca de 14,2 t por hectare, com alta ciclagem de nutrientes.

Nas citações de Oliveira et al. (2021a) o lab-lab, as mucunas preta, cinza e anã foram muito tolerantes a toxidez do alumínio, enquanto o feijão guandu pode ser considerado uma planta tolerante. Como plantas moderadamente intermediária são citadas as crotalárias mucronata, spectabilis e ochroleuca. As crotalárias juncea e breviflora são as mais sensíveis à toxidez do alumínio. Oliveira et al. (2018), recomenda que o cultivo das leguminosas sensíveis

$Al^{3+}$ , deve ser realizado após a aplicadas doses de calcário em dose suficiente para a elevar a saturação por bases para 60%, o que repercutirá em completa neutralização do alumínio trocável, ou em solo mais férteis (OLIVEIRA et al., 2023).

### **2.3 Crescimento das plantas e a qualidade da forragem**

Conforme citado anteriormente, as plantas do gênero *Urochloa*, antes designadas como braquiárias, tem sido muito utilizada na pecuária e na agricultura brasileira, como plantas forrageiras e de cobertura de solo (STROZZI, 2014; ASSIS et al., 2023; SANTOS et al., 2023). As braquiárias são rústicas, com ampla adaptação a diferentes ambientes edafoclimáticos, tendo também alto potencial produtivo, associado à alta qualidade bromatológica da forragem, quando cultivadas em solos férteis e com boa disponibilidade hídrica (BALDISERA et al., 2016; BRAGA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022a).

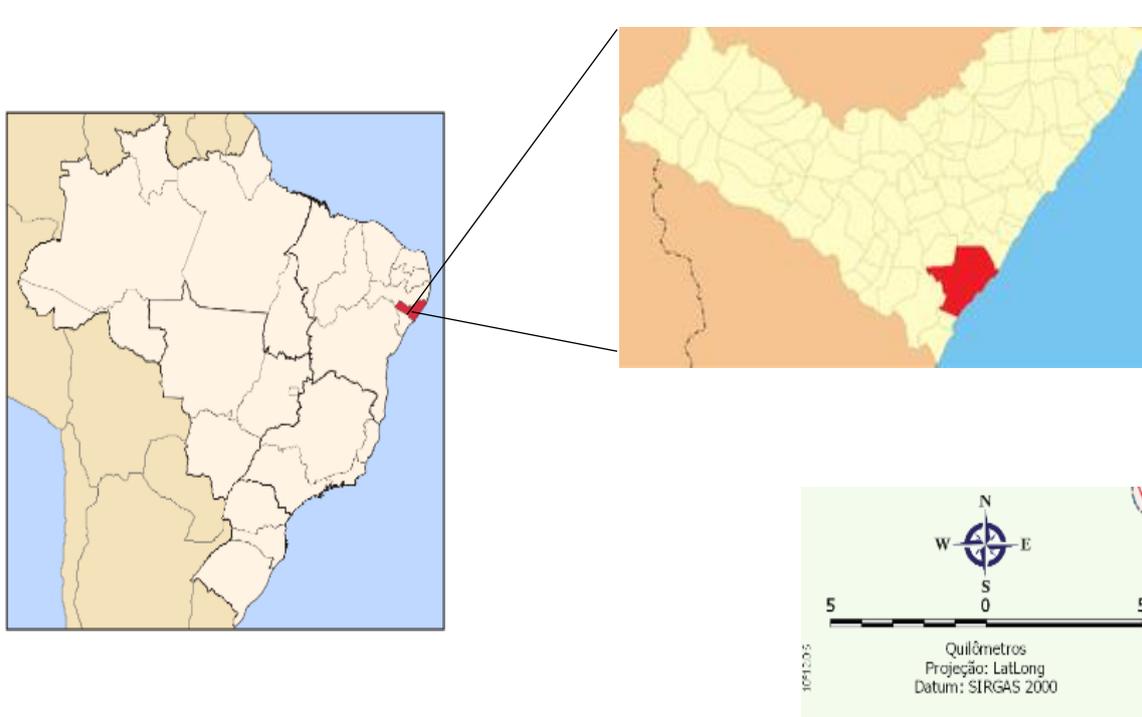
A adaptação e o crescimento das plantas cultivadas como forrageiras e de cobertura de solo podem ser avaliados por algumas variáveis, sendo a produtividade de matéria seca e sua distribuição na planta ao longo do ciclo biológico, associada à concentração de nutrientes, as mais usadas (BRAZ et al., 2010; BALDISERA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017, ASSIS et al., 2023). Com o propósito de melhorar a baixa produtividade da terra e dos animais, vários produtores optam por substituir uma forrageira por outra, porém, esta opção não melhora a baixa produtividade da terra e dos animais, para tanto, é imprescindível reconstituir a fertilidade do solo por calagem, gessagem e adubações químicas, além de descompactar a camada superficial do solo, geralmente selada, pelo intenso pisoteio dos animais (VIANA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2021a). Em solos depauperados, química e fisicamente, a forragem tem altos teores de constituintes da parede celular e pelos baixos teores de proteína, cálcio e fósforo (CASTAGNARA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2018; SANTOS et al., 2023).

Os baixos teores de proteína, fósforo, cálcio e enxofre, influenciam muito na digestibilidade da forragem e no consumo pelos ruminantes, tendo, portanto, grande efeito na produtividade animal (SNIFFEN et al., 1993; OLIVEIRA et al., 2022a; ASSIS et al., 2023). A disponibilidade de nutrientes no solo, as adubações químicas, as condições climáticas e o manejo das plantas forrageiras, principalmente a altura de entrada e saída dos animais das pastagens, são fatores que influenciam grandemente na persistência da pastagem, e produção e bromatologia da forragem (VIANA et al., 2011; FRANCISCO et al., 2017; PORTO, 2017; SANTOS et al., 2023). Assim, na conjuntura atual da agropecuária brasileira, a avaliação do potencial produtivo das plantas forrageiras e de cobertura de solo deve ser realizado em condições de bom suprimento de água e de nutrientes (SANTOS et al., 2023).

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

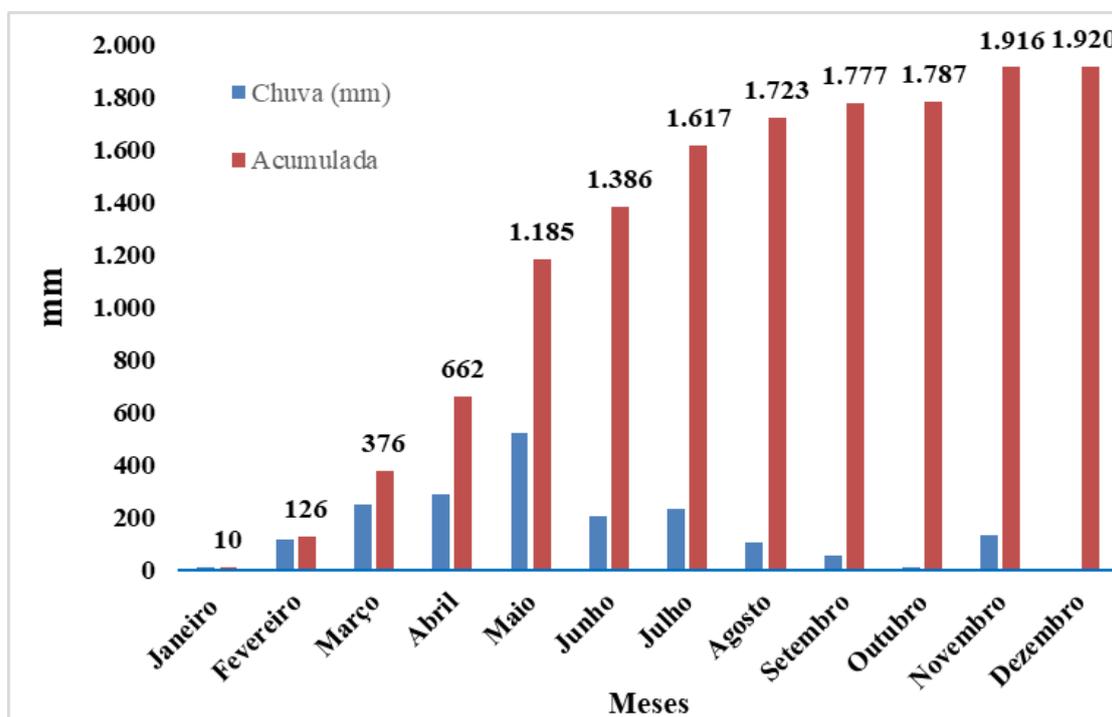
O estudo foi conduzido em propriedade rural localizada no município de Coruripe-AL (Latitude: 10° 8' 1" Sul, Longitude: 36° 10' 34" Oeste) localizado na mesorregião Leste Alagoano (Figura 01). De acordo com a classificação de Köppen, toda a metade oriental do estado possui clima do tipo As', tropical e quente, com precipitação pluvial de outono/inverno, entre 1.000 mm a 1.500 mm. Na figura 2 é apresentado o volume de chuvas de janeiro a dezembro do ano de condução do estudo. A região não apresenta grandes oscilações com relação à temperatura média do ar, variando, no litoral, entre 23°C e 28°C. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média.

**Figura 1** - Localização do município de Coruripe - AL, local do estudo.



**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 2** - Precipitação pluvial durante o estudo conduzido no município de Coruripe, AL. Volume mensal de chuva e volume acumulado.



Fonte: Autor (2023).

Em março, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm e analisadas conforme descrito por procedimentos descritos por De Felippo e Ribeiro (1997). Os resultados da análise química estão apresentados na tabela 1. O solo tinha, 46,59% de saturação por bases, sem a presença de alumínio trocável, com teor médio de fósforo e alto de potássio. Devido a ausência de alumínio trocável e ao valor percentual de saturação por bases, não foi realizada aplicação de calcário.

**Tabela 1** - Resultados analíticos da amostra de solo da área do estudo, na camada de 0 a 20cm de profundidade, coletadas no mês de março.

Camada	pH em	P	K	Ca	Mg	Al <sup>+3</sup>	H + Al	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m
	H <sub>2</sub> O	.- mg dm <sup>-3</sup> .		.----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----.							.- % -.-.	
0 a 20 cm	5,2	18	98	2,6	0,9	0,00	4,3	3,75	3,75	8,05	46,59	0,00

pH em H<sub>2</sub>O (Relação 1:2,5). P e K: Extrator Mehlich. Ca, Mg e Al: Extrator KCl. H + Al: Extrator Acetato de Cálcio. Fonte: CECA,UFAL,2024

Antecedendo a semeadura das braquiárias foi realizada a aração e gradagem visando a melhoria das propriedades físicas do solo. No começo de abril foram semeadas as braquiárias

brizantha (*Urochloa brizantha*, cv. Marandu) e decumbens (*Urochloa decumbens* cv.IPEAN), com taxa de semeadura de 15 kg de sementes puras viáveis por hectare (Figura 03).

**Figura 3** - Abertura dos sulcos para a semeadura das braquiárias brizantha (*Urochloa brizantha*, cv. Marandu) e decumbens (*Urochloa decumbens* cv.IPEAN), e as plantas emergindo, aos sete dias após a semeadura.



**Fonte:** Autor (2023).

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 0,60 metros. No fundo do sulco aberto para a semeadura foi aplicado fósforo, na dose equivalente a 50 kg de P ha<sup>-1</sup> (equivalente a 114,5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 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), 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. Não houve necessidade de controle de pragas e de plantas daninhas. As adubações nitrogenada e potássica foram realizadas em cobertura (Figura 04), quando as plantas apresentaram cerca de 5 cm de altura.

**Figura 4** - Adubação nitrogenada e potássica na entrelinha e amostragem nas linhas centrais das parcelas para a avaliação do acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens.



**Fonte:** Autor (2023).

As adubações de cobertura foram em doses equivalentes a  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ , usando o sulfato de amônio e cloreto de potássio como fontes de nutrientes. O uso do sulfato de amônio teve o objetivo de eliminar eventuais perdas de N por volatilização de amônia (OLIVEIRA et al., 2018) e aumentar a eficiência do metabolismo do N, pelo fornecimento conjunto de enxofre, devido a interação positiva N x S, conforme citado anteriormente.

As avaliações do acúmulo e partição da matéria seca foram realizadas aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência das plantas (D.A.E), amostrando-se nas linhas centrais das parcelas áreas de  $1,0 \text{ m}^2$  (Figura 04). Essas épocas de amostragem foram definidas com base no estudo conduzido por Braz (2003), na EMBRAPA Arroz e Feijão. Para a avaliação da produção, partição da matéria seca e composição química da forragem utilizou-se a amostragem realizada aos 45 dias após a emergência das plantas, como referência, mas realizou-se também uma avaliação ao 60 D.A.E., para quantificar eventuais alterações na composição química das plantas, em função de uma postergação no pastejo. A amostragem aos 45 dias após a emergência das plantas foi tomada como referência baseando-se nas citações de Oliveira et al. (2017), para os quais a altura recomendada para o pastejo é quando as plantas tiverem entre 90 e 95% de cobertura de solo.

Para quantificar a partição da matéria seca aos 45 D.A.E., nos caules + pecíolos e nas folhas verdes, as braquiárias *brizantha* e *decumbens* foram cortadas rente ao solo, pesadas e subamostrada. 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 65 °C até massa constante e pesadas, seguindo procedimentos descritos Oliveira et al (2022a). A partir destes valores calcularam-se o acúmulo de matéria seca nos caules + pecíolos e nas folhas. O acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária *brizantha* e da braquiária *decumbens* foi o somatório da matéria seca dos caules + pecíolos e das folhas verdes.

Subsubamostras de caules + pecíolos e de folhas coletadas aos 45 e 60 D.A.E. foram passadas em moinho de aço inoxidável e submetidas a digestão sulfúrica e nítrico-perclórica, determinando-se a seguir os teores de proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, seguindo-se métodos descritos por Malavolta et al. (1997) e Silva e Queiroz (2006). Os teores de proteína bruta foram obtidos pelo método de Kjeldahl, o fósforo por espectrocolorimetria e, o potássio, por fotometria de chama. O cálcio e o magnésio foram determinados por meio da espectrofotometria de absorção atômica; e, o enxofre por turbidimetria.

Para as quantificar as taxas de acúmulo de matéria seca aos 30, 60, 75, 90 e 105 D.A.E, avaliou-se o acúmulo em toda a parte aérea, não havendo fracionando das plantas em caules + pecíolos, e nas folhas verdes. Em cada uma destas cinco épocas, após a pesagem da matéria natural, toda a biomassa aérea da subamostra, foi passada em picadeira de forragem e subsubamostrada. As subsubamostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até massa constante e pesadas, seguindo procedimentos descritos para a amostragem realizada aos 45 D.A.E. A partir destes valores calculou-se o acúmulo de matéria seca na biomassa aérea das duas braquiárias em cada época de amostragem. Com os valores médios de acúmulo de matéria seca em cada época, obteve-se equação de regressão para relacionar o acúmulo de matéria seca com a idade das plantas, em D.A.E..

O material vegetal coletado aos 105 D.A.E foi analisado quanto aos teores de nitrogênio total, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, seguindo-se os mesmos métodos descritos anteriormente (MALAVOLTA et al.,1997; SILVA E QUEIROZ, 2006).

Os resultados da produção de forragem, partição da matéria seca e qualidade bromatológica da forragem aos 45 e 60 dias após a emergência das plantas foram submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para os resultados dos acúmulos de matéria seca e de nutrientes na parte aérea de toda a planta, nas seis épocas avaliadas 30, 45, 60, 75, 90 e 105 D.A.E. obtiveram-se equações de regressão

para relacionar o acúmulo de matéria seca em toda parte aérea, com as épocas de amostragem. Os resultados do acúmulo de nutrientes em toda a biomassa aérea, aos 105 D.A.E., foram submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

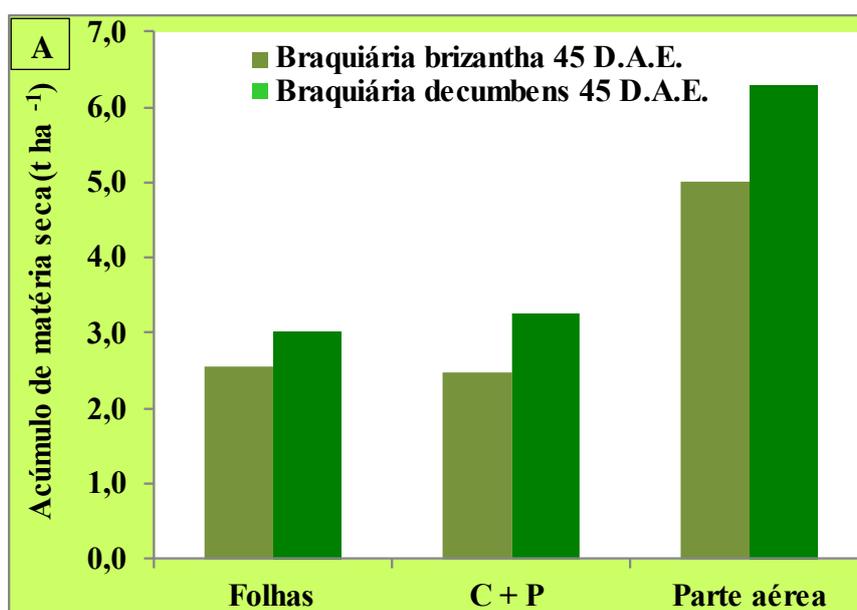
#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

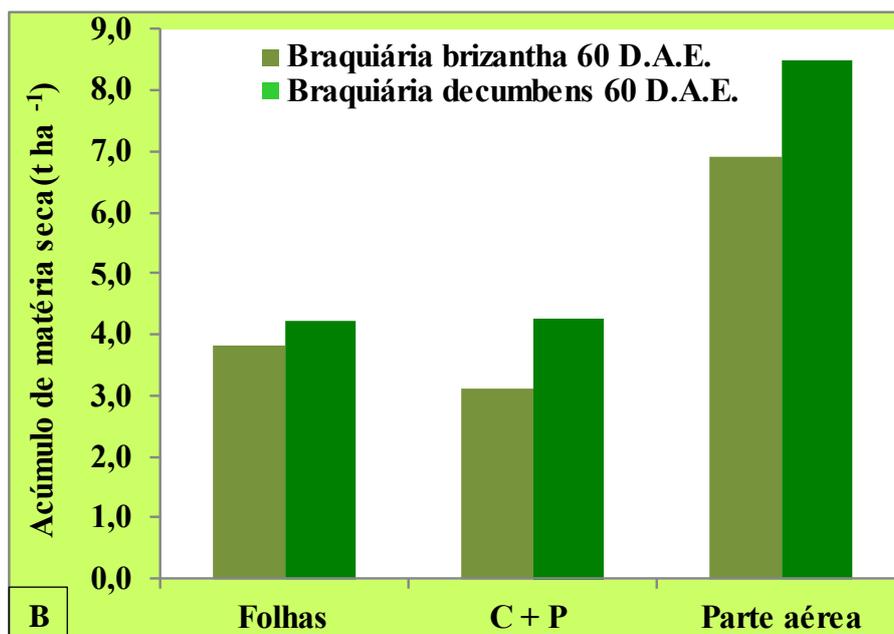
Inicialmente serão apresentados e discutidos os resultados referentes a produção, partição da matéria seca e qualidade bromatológica da forragem 45 e aos 60 D.A.E., e posteriormente as taxas de acúmulo de matéria seca e de nutrientes aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias D.A.E, e o acúmulo de nutrientes aos 90 e 105 D.A.E.

##### 4.1 Produção, partição da matéria seca e composição química da forragem aos 45 e aos 60 D.A.E.

Na Figura 05 estão apresentados os valores de acúmulo de matéria seca nas folhas, nos caules + pecíolos, e em toda a parte aérea das braquiárias, aos 45 e aos 60 D.A.E. Nas duas épocas avaliadas, houve efeito significativo de espécie de braquiária, a 1%, para o acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias. Aos 45 D.A.E. os acúmulos de matéria seca na biomassa aérea foram de 5,00 e 6,92 t por hectare, respectivamente, para a braquiária brizantha e para a braquiária decumbens. Aos 60 D.A.E. a braquiária decumbens também apresentou maior acúmulo de seca na biomassa aérea, com valor médio de 8,49 t por hectare, superando a braquiária brizantha que acumulou 6,28 t por hectare. A diferença percentual entre o acúmulo de matéria seca pela braquiária decumbens nas duas épocas de amostragens foi cerca de 25% maior.

**Figura 5** - Valores médios dos acúmulos de matéria seca nas folhas (Folhas) nos caules + pecíolos (C+P), e em toda a parte aérea da planta (Parte aérea), na braquiária brizantha e na braquiária decumbens, aos 45 (A) e aos 60 (B) dias após a emergência da das plantas, no estudo conduzido em Coruripe, AL





Fonte: Autor (2023).

Nas duas épocas de amostragens, 45 e 60 D.A.E, não houve efeito de espécie de braquiária na alocação percentual média da matéria seca da parte aérea nos caules + pecíolos e nas folhas, que oscilaram em torno de 50%. Tanto para a alocação percentual da matéria seca nos caules + pecíolos, quanto nas folhas, verificaram-se coeficiente de variação inferior a 5,0%, denotando pequena variabilidade experimental. Assim, praticamente, houve igual participação dos caules + pecíolos, e das folhas, na forragem dessas braquiárias, coletadas os 45 e aos 60 D.A.E. Em pesquisa conduzida por Strozzi (2014), em Pirassununga-SP, com a braquiária brizantha, cultivar Marandú, na dose de 250 kg de N por hectare, verificou que a alocação percentual da matéria seca nas folhas foi de 52%, valores muito próximos ao do presente estudo.

O fornecimento adequado de nutrientes influencia na partição da matéria seca na parte aérea da planta forrageira. Em plantas bem nutridas há maior alocação percentual de matéria seca nas folhas. Em estudo conduzido com a braquiária brizantha cv. Marandu, Oliveira et al. (2022a) relatam que a adubação nitrogenada influenciou positivamente na alocação percentual de matéria seca nas folhas da braquiária brizantha. Conseqüentemente, houve uma redução percentual na matéria seca alocada nos caules + pecíolos. Na maior dose de nitrogênio, 250 kg de N por hectare por corte, a participação da matéria seca das folhas no total acumulado na parte aérea aumentou de 36,36% para 42,68%. Em termos percentuais, esse aumento na matéria seca foliar representa 17,38%, considerando 36,36% como referência. Nos estudos de Sales et al. (2013), com a braquiária brizantha adubada com 300 kg de nitrogênio por hectare, também foi observado que cerca de 50% da matéria seca da parte aérea estava alocada nas folhas.

Além do fornecimento adequado de nutrientes, especialmente do nitrogênio e do fósforo, a taxa de crescimento e o acúmulo de matéria seca são influenciados por outros fatores, destacando-se a disponibilidade hídrica no solo, temperatura, luminosidade, potencial produtivo da planta e período considerado (MAGALHÃES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2021b). Considerando o acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, aos 45 D.A.E., respectivamente de 5,00 e 6,28 t por hectare, pode-se concluir que houve alta taxa de acúmulo diário de matéria seca, com valores médios 111 e 139 kg de matéria por hectare por dia, confirmando o alto potencial produtivo destas braquiárias, quando supridas adequadamente de água e nutrientes, conforme relatado por Sales et al. (2013), Strozzi (2014), Francisco et al. (2017), e Oliveira et al. (2022a). Taxa de acúmulo de matéria seca muito próxima foi observada na avaliação realizada aos 60 D.A.E., com valores médios de 115 e 142 de matéria por hectare por dia, para a braquiária brizantha e para braquiária decumbens, respectivamente.

As variáveis mais usadas na avaliação bromatológica de uma forragem são os teores de proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). Benett et al. (2008); Castagnara et al. (2011); Porto (2017) citam que a proteína bruta da parte aérea das plantas é uma das variáveis mais importantes a serem analisadas nos estudos de competição ou avaliação do potencial produtivo de forrageiras. Na tabela 2 estão apresentados os valores médios dos teores de proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, nos caules + pecíolos (C+P), nas folhas (Folhas) e em toda a biomassa da parte aérea da planta (Parte aérea), nas amostragens realizadas aos 45 e aos 60 D.A.E.

Para os teores de proteína bruta na forragem, nas duas épocas avaliadas, houve efeito de espécie de braquiária apenas para os teores nas folhas. Desconsiderando os erros analíticos associados a análise de nitrogênio e a variabilidade experimental, não houve diferença nos teores de proteína bruta nas folhas, tanto da braquiária brizantha, quanto da braquiária decumbens, nas avaliações aos 45 e aos 60 D.A.E. Foi obtido valor médio de proteína bruta nas folhas da braquiária decumbens, nas duas épocas de 155 g kg<sup>-1</sup>, cerca de 12% maior que o da braquiária brizantha. Contudo teor médio de proteína bruta da parte aérea da braquiária decumbens, comparativamente à brizantha, nas duas épocas, foi de apenas 5,7%, não havendo diferença significativa no teor de proteína bruta na biomassa aérea da braquiária brizantha e da braquiária decumbens, tanto aos 45 quanto aos 60 D.A.E.

**Tabela 2** - Valores médios dos teores de proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, nos caules + pecíolos (C+P), nas folhas (Folhas) e em toda a biomassa da parte aérea das braquiárias brizantha ou decumbens (Parte aérea), nas amostragens realizadas aos 45 e aos 60 dias após a emergência das plantas (D.A.E.).

**Amostragem aos 45 D.A.E**

Braquiária	.----- Proteína bruta ----- --.			.----- Fósforo -----.			.----- Potássio -----.		
	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea
	.----- g kg ----- --.								
brizantha	62 a	139 a	106 a	2,5 a	3,0 a	2,80 a	29 a	29 b	29 a
decumbens	64 a	156 b	113 a	2,3 a	3,1 a	2,70 a	28 a	26 a	27 a
C.V. (%)	3,72	4,27	4,08	9,08	4,18	5,23	5,17	5,17	3,25
Braquiária	.----- Cálcio-----.			.----- Magnésio -----.			.----- Enxofre -----.		
	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea
	.----- g kg ----- --.								
brizantha	2,1 a	6,0 b	4,2 b	1,3 a	3,5 a	2,5 a	2,4 a	3,1 a	2,8 a
decumbens	2,0 a	5,2 a	3,6 a	1,4 a	3,7 a	2,5 a	3,0 b	3,3 a	3,2 b
C. V. (%)	13,25	4,77	7,13	11,44	12,68	12,58	11,78	7,49	5,39

**Amostragem aos 60 D.A.E**

Braquiária	.----- Proteína bruta ----- --.			.----- Fósforo -----.			.----- Potássio -----.		
	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea
	.----- g kg ----- --.								
brizantha	67 a	140 a	104 a	2,6 a	3,1 a	2,83 a	37 a	27 b	32 a
decumbens	65 a	155 b	109 a	2,4 a	3,0a	2,75 a	38 a	28 a	32 a
C.V. (%)	10,2	2,8	3,19	3,79	2,98	1,75	1,54	3,81	2,16
Braquiária	.----- Cálcio-----.			.----- Magnésio -----.			.----- Enxofre -----.		
	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea	C+P	Folhas	Parte Aérea
	.----- g kg ----- --.								
brizantha	4,0 a	5,7 a	4,8 a	1,1 a	2,5 a	1,8 a	2,9 a	2,8 a	2,9 a
decumbens	4,9 a	7,4 b	6,1 b	1,1 a	3,4 b	2,4 b	3,8 b	3,6 b	3,8 b
C. V. (%)	3,19	7,33	6,18	9,75	1,93	3,74	11,13	8,46	9,77

Médias, seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: CECA,UFAL,2024

No pastejo, ainda que aos 60 D.A.E, ocorre seleção pelos animais das partes superiores das plantas, geralmente as mais macias e de maior valor nutricional, o que poderia resultar em consumo de forragem de maior valor proteico na braquiária decumbens quando comparada à brizantha. Mesmo nesta consideração, constata-se que o teor de proteína de toda a parte aérea das duas braquiárias estava com concentração suficiente para uma boa fermentação e

digestibilidade da matéria seca no rúmen. Para Sniffen et al. (1993) e Moraes et al. (2013), o consumo de alimentos em bovinos é controlado principalmente pela atividade ruminal, sendo o teor de 70 g kg<sup>-1</sup> ou 7,0 % de proteína bruta na dieta total considerado o mínimo para uma boa fermentação ruminal. Teores de proteína bruta menores 70 g kg<sup>-1</sup> acarretam diminuição no consumo e, conseqüentemente, as exigências de manutença não são supridas, resultando em perda de peso ou redução na produção de leite. 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., 2022a)

A maioria das gramíneas tropicais têm respostas muito expressivas à adubação nitrogenada (BENETT et al., 2008; DUPAS et al., 2010; STROZZI, 2014, OLIVEIRA et al., 2022a). Contudo, essas respostas são influenciadas por outros fatores, podendo-se citar, a saturação por bases do solo, a disponibilidade equilibrada de outros nutrientes, com destaque para o fósforo e enxofre, o manejo das pastagens e as condições climáticas, principalmente quando o aumento da disponibilidade hídrica está associado ao aumento da temperatura e da luminosidade (MALAVOLTA et al., 1997; FRANCISCO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018).

Efeitos quadráticos da adubação nitrogenada sobre os teores de proteína bruta em toda a parte aérea da braquiária foram relatados por Viana et al. (2011). Na testemunha, os teores de proteína foram de 87 g kg<sup>-1</sup>, elevando-se para 108 g kg<sup>-1</sup> na dose de 200 kg de N por hectare. Não houve efeito significativo de espécie de braquiária para a concentração de fósforo e de potássio na biomassa aérea de toda a planta, tanto aos 45 quanto aos 60 D.A.E. Entretanto, houve diferença entre os teores de cálcio, magnésio e enxofre.

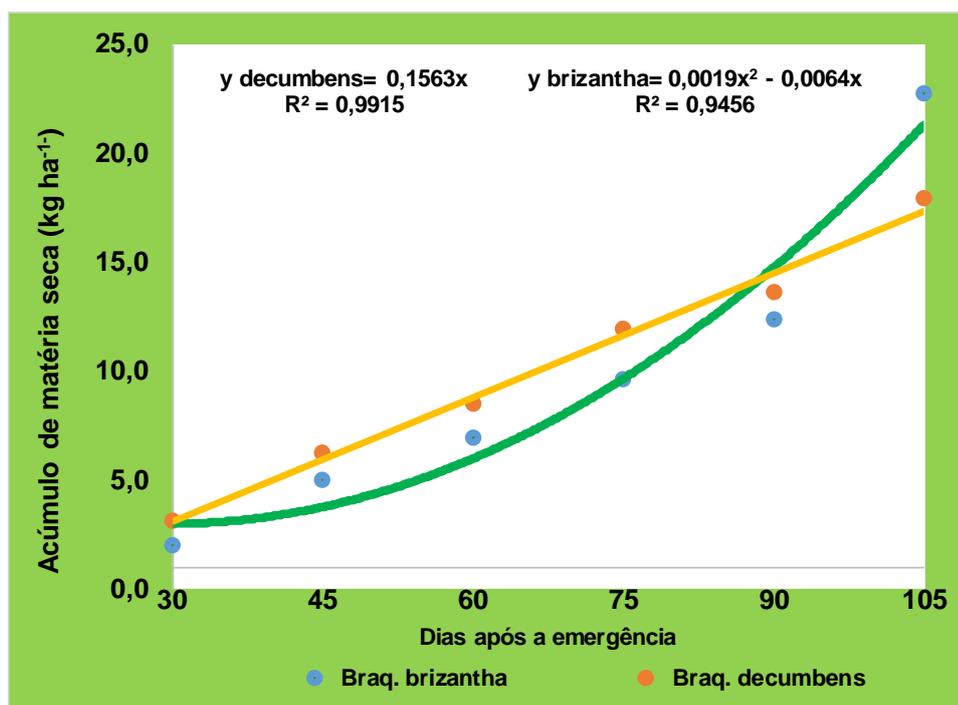
#### **4.2 Acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, dos 30 aos 105 D.A.E**

No Figura 06 está apresentado o acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, dos 30 aos 105 D.A.E. Para a braquiária decumbens a equação de regressão, relacionando a idade das plantas como acúmulo de matéria seca na parte aérea, foi  $y = 1,563 x$ , com R<sup>2</sup> de 0,9915. Entretanto para a braquiária brizantha a equação de regressão de melhor ajuste foi  $y = 0,0019x^2 - 0,0064 x$ , com R<sup>2</sup> de 0,9456.

Usando as equações de regressão citadas anteriormente, observa-se que até aos 75 D.A.E. a braquiária decumbens teve acúmulo de matéria seca na parte aérea um pouco maior que a braquiária brizantha, praticamente não diferiram aos 90 D.A.E, mas aos 105 D.A.E. o acúmulo de matéria pela braquiária brizantha suplantou a braquiária decumbens em 4,75 t por

hectare. Contudo, tanto aos 90 quanto aos 105 D.A.E. o acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias foi alto. Foram obtidos valores de 15,46 e 14,07 aos 90 D.A.E., e 21,16 e 16,41 t de matéria seca por hectare aos 105 D.A.E., respectivamente para a braquiária brizantha e para a braquiária decumbens.

**Figura 6** - Acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, dos 30 aos 105 D.A.E.



Fonte: Autor (2023).

O alto potencial produtivo das braquiárias, sua rusticidade e ampla adaptação a diferentes ambientes edafoclimáticos, tem sido relatado por outros pesquisadores que utilizaram as plantas desse gênero como cobertura do solo e recicladoras de nutrientes (PITTELKOW et al., 2012; PACHECO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2021b). Em trabalhos conduzidos por Portes et al. (2000), com enfoque próximo ao do presente estudo, foi relatado que, aos 60 dias após a emergência, a biomassa da parte aérea da braquiária brizantha era de 3,0 t por hectare. Contudo, aos 117 dias após a emergência, a biomassa seca da parte aérea foi de 19,6 t por hectare. Oliveira et al. (2017) também citam alta produção de matéria seca da braquiária ruziziensis, após a colheita do milho de primeira safra.

No estudo de Portes et al. (2000), a maior taxa de crescimento foi observada aos 97 D.A.E: 372 kg de matéria seca por hectare por dia. No presente estudo as taxas de acúmulo de matéria seca para a braquiária brizantha variaram de 67 a 692 kg por hectare por dia. Para

a braquiária decumbens variaram de 103 a 291 kg por hectare por dia. Contudo, tanto para a braquiária brizantha quanto para a braquiária decumbens as maiores taxa de acúmulo de matéria seca, por hectare por dia, foram observada entre nas amostragens realizadas aos 105 D.A.E, meados de julho, talvez devido ao aumento da radiação solar entre estas amostragens.

As braquiárias brizantha, decumbens e ruziziensis são plantas de cobertura do solo e recicladora de nutrientes muito usada no sistema de semeadura direta (BERNARDES et al., 2010; CECCON, 2013; GARCIA et al., 2014; BARROS E BROCH, 2012; OLIVEIRA et al., 2021b). A utilização de culturas na entressafra com o objetivo de cobertura do solo e ciclagem de nutrientes através da mineralização dos seus resíduos, visando à diversificação da produção agrícola com sustentabilidade, é uma estratégia para melhoria da qualidade ambiental e diminuição dos efeitos nocivos do monocultivo (TIMOSSI et al., 2007; PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021b). Contudo, conforme comentado anteriormente, a taxa de crescimento e o acúmulo de matéria seca são influenciados por diversos fatores, destacando-se a disponibilidade hídrica e de nutrientes no solo, temperatura, luminosidade, potencial produtivo da planta e período considerado (BRAZ, 2003; PORTES et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2021b).

Em estudo conduzido em Jaboticabal-SP por Timossi et al. (2007), com a semeadura realizada no início de março, quando já estão escasseando as chuvas no centro-sul do Brasil, avaliaram o acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens, braquiária brizantha e milho, em solo muito fértil, com teores de P e K de 40 e 227 mg dm<sup>-3</sup>; e, V (%) de 71% na camada de 0 a 20 cm, sem alumínio trocável na camada de 20 a 40 cm. O acúmulo de matéria seca pelo milho, em todas as épocas analisadas, foi inferior ao das duas braquiárias. Até aos 80 D.A.E a braquiária brizantha acumulou mais matéria seca na parte aérea que a braquiária decumbens, contudo a partir de 90 D.A.E a decumbens suplantou a brizantha. Aos 105 D.A.E. a braquiária decumbens havia acumulado cerca de 12 t de matéria seca por hectare e recobria aproximadamente 90% do solo. Assim, mesmo com a baixa precipitação a partir de março, a braquiária decumbens conseguiu aprofundar o sistema radicular obtendo água de camadas mais profundas do solo.

Em estudos conduzidos no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA/UFAL), por Pereira et al. (2009), foram avaliados os efeitos de três gramíneas como plantas de cobertura sobre os componentes de produção da cultura do milho no sistema de plantio direto e acúmulo de fitomassa das respectivas gramíneas. Os tratamentos foram constituídos do cultivo de milho, híbrido DKB-333-B, sobre três espécies de gramíneas (braquiária decumbens, braquiária humidicola e Tifton) no sistema de semeadura direta e uma testemunha, sem cobertura vegetal.

Dentre as coberturas utilizadas, a braquiária decumbens proporcionou maior rendimento à cultura do milho, produzindo 5.708 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo da testemunha.

Nos estudos conduzidos no CECA/UFAL (PEREIRA et al., 2009), o acúmulo de matéria seca na parte aérea das gramíneas, aos 120 dias após a colheita do milho, foi pequeno, embora Pereira et al. (2009) tenham concluído que a utilização de gramíneas como plantas de cobertura é uma alternativa viável ao sistema de semeadura direta do milho nos tabuleiros costeiros de Alagoas, pois protege o solo contra erosão e produz forragem para ruminantes no período da entressafra. Os acúmulos de matéria seca na parte aérea das gramíneas foram de 2,2; 2,7 e 3,5 t por hectare, respectivamente, para o Tifton, braquiária humidicola e braquiária decumbens.

Um dos pioneiros a desenvolver estudos de integração lavoura-pecuária no Brasil, foram João Kluthcouski e colaboradores. Kluthcouski (2003), relatam que a cobertura morta na superfície do solo é o principal componente de sucesso do sistema de semeadura direta, atuando como reguladora de temperatura e da água do solo, no enriquecimento de matéria orgânica, como barreira física a algumas plantas daninhas, na prevenção das diversas modalidades de erosão, entre outros. Ainda segundo Kluthcouski et al. (2003), vários estudos mostraram que, para o solo estar bem protegido, são necessárias cerca de 7 t ha<sup>-1</sup> de resíduos, assim, talvez esses valores não tenham sido alcançados no estudo de Pereira et al. (2009).

Em estudos conduzidos no cerrado, Bernardes et al. (2010) relatam que um dos maiores desafios do sistema de semeadura direta, é conseguir o adequado estabelecimento da cultura de cobertura do solo, com quantidade de massa produzida e rusticidade suficientes para que haja fornecimento constante de material ao solo, até o início do plantio da cultura subsequente. A formação e a manutenção de cobertura morta nos trópicos, constitui, portanto, um dos principais obstáculos encontrados para o estabelecimento deste sistema. Altas temperaturas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, incorporados ou não ao solo. Nas regiões tropicais, a mineralização da matéria orgânica chega a ser cerca de cinco vezes mais rápida do que aquela observada nas regiões temperadas o que, via de regra, sobrepõe-se às possibilidades de reposição nos sistemas convencionais de manejo dos solos e das culturas (KLUTHCOUSKI et al., 2003; PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021b).

Em situações que impossibilitem a obtenção de boa palhada sobre o solo, talvez uma alternativa seja incluir o cultivo de planta de cobertura num sistema de rotação de cultura, contudo, neste caso há necessidade de avaliação dos custos e dos benefícios dessa rotação, em diferentes sistemas de produção e condições edafoclimáticas. Uma dessas situações é a

produção intensiva de milho destinado à ensilagem, quando após a colheita da forragem, o solo tem muito pouca cobertura vegetal (OLIVEIRA et al., 2021b). Á semelhança deste trabalho, pesquisas têm mostrado que a braquiária, em cultivo solteiro, resultou em grande acúmulo de matéria seca e de nutrientes na parte aérea das plantas. Numa dessas pesquisas, a conduzidas por Portes et al. (2000), constatou-se acúmulo de matéria seca de cerca de 20 t por hectare, aos 115 D.A.E.

Estudo semelhante foi conduzido por Oliveira et al. (2021b) em uma propriedade rural que utiliza intensamente a produção de forragens para alimentação de vacas leiteiras, na Zona da Mata de Minas Gerais. Segundo OLIVEIRA et al. (2021b), em áreas de produção intensiva de milho destinado à ensilagem, após a colheita da forragem, permanece no solo muito pouco do material vegetal da parte aérea da cultura. Nestas áreas, além do solo ficar desprotegido, o trânsito intenso de máquinas também contribui para a degradação das propriedades físicas do terreno, principalmente o selamento da camada superficial e o aumento da densidade do solo. Nesta propriedade, semeou-se a braquiária brizantha no início da primavera, como cultura solteira, e avaliou-se quinzenalmente a taxa de acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas, dos 30 aos 90 dias após a emergência.

Ainda segundo Oliveira et al. (2021b) as maiores taxas de acúmulos de matéria seca ocorreram a partir dos 45 D.A.E. Para as amostragens realizadas aos 60, 70 e 90 D.A.E. constaram-se acúmulos médios de matéria seca na parte aérea da braquiária variando de 0,22 a 0,25 t por hectare por dia. Obteve-se equação de regressão  $y = -0,0014x^2 + 0,5154x - 12,8180$ , relacionando o acúmulo de matéria seca com a idade das plantas (D.A.E). A altura média da braquiária brizantha aos 90 D.A.E. variou de 1,16 a 1,37 m, com 100% de recobrimento do solo.

#### **4.3 Acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens, aos 105 D.A.E.**

As avaliações do acúmulo dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S foram realizadas aos 105 D.A.E. Na tabela 3 estão apresentados os resultados relacionados a variáveis para as quais foram observados efeito de espécie de braquiária como plantas de cobertura do solo e recicladoras de nutrientes. Houve efeito significativo de espécie de braquiária para o acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas, acúmulo de nitrogênio e acúmulo de fósforo.

A média geral de acúmulo de matéria seca na biomassa aéreas das braquiárias foi de 20,0 t por hectare, comprovando o alto potencial produtivo destas braquiárias. As plantas desse gênero têm sido muito utilizadas como plantas de cobertura do solo e recicladoras de nutrientes,

devido a sua rusticidade, ampla adaptação a diferentes ambientes edafoclimáticos, associadas ao alto potencial produtivo (PITTELKOW et al., 2012; PACHECO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2021b). Aos 105 D.A.E. o acúmulo médio de matéria seca pela braquiária brizantha foi de 22,74 t por hectare, superando a produção da braquiária decumbens em 26,3%, uma vez que a produção da braquiária decumbens foi de 18,00 t de matéria seca por hectare.

**Tabela 3** - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) do acúmulo de matéria seca (Ac. MS), acúmulo de nitrogênio (Ac. N) e acúmulo de fósforo, na parte aérea da braquiária brizantha e da braquiária decumbens, cultivadas na região de Coruripe-AL e coletadas aos 105 dias após emergência.

Fonte de Variação	GL	----- Quadrados médios -----		
		Ac. MS (t ha <sup>-1</sup> )	Ac. N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ac. P (kg ha <sup>-1</sup> )
Braquiária	1	5.6505,6**	3.757,7**	2.108,1**
Bloco	4	949,8	204,1	14,27
Resíduo	4	5.263,90	275,2	9,29
Média Geral		20,37	247	59
C.V. (%)		11,26	6,71	5,20

\*\* significativo a 1,0% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: CECA,UFAL,2024

No presente estudo o acúmulo médio de nitrogênio na biomassa aérea da braquiária brizantha foi de 267 kg por hectare, superando em cerca de 17% o acúmulo médio de nitrogênio na biomassa aérea da braquiária decumbens: 228 kg por hectare. As braquiárias por produzirem grande quantidade de matéria seca, absorvem do solo elevadas quantidades de nutrientes. Essa elevada remoção de nutrientes pelas plantas, tem parte deles removidos pelos animais quando as plantas são utilizadas para pastejo. Essa alta remoção de nutrientes, associada ao manejo inadequado da pastagem, geralmente superpastejo, têm levado à degradação física e química do solo, com resultados negativos na produção de forragem, no desempenho animal e na rentabilidade da pecuária (FRANCISCO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2022a).

Na tabela 4 é apresentado o quadrado médio das análises de variância e coeficiente de variação do acúmulo de potássio, acúmulo de cálcio, acúmulo de magnésio e acúmulo de enxofre na parte aérea das braquiárias brizantha e decumbens. Conforme citado anteriormente, não houve efeito significativo de espécie de braquiária sobre o acúmulo destes nutrientes na parte aérea das plantas. O acúmulo médio de potássio foi de 604 kg por hectare, sendo esse nutriente o que mais acumulou na parte aérea, superando o acúmulo médio de nitrogênio em 357 kg por hectare. Desta forma, tanto a braquiária brizantha quanto a braquiária decumbens se

mostraram excelentes plantas recicladoras de potássio, que podem ser usadas como cobertura morta do solo, em sistemas de semeadura direta.

O potássio e o nitrogênio são os elementos absorvidos em maior quantidade pela braquiária. O potássio é ativador enzimático de muitas enzimas e participa na translocação dos carboidratos sintetizados na fotossíntese (MALAVOLTA et al., 1997; FRANCISCO et al., 2017). Apesar desta importância nutricional a adubação potássica em pastagens não tem sido considerada como deveria, talvez porque o potássio é circulado através da urina e das fezes dos animais em pastejo. A pastagem não consumida pelos animais é uma fonte importante de retorno deste nutriente para o sistema. Outro fator que contribui para a grande absorção de potássio pelas braquiárias é a capacidade destas plantas absorverem formas não trocáveis de potássio do solo (RAIJ & QUAGGIO, 1984; PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017).

**Tabela 4** - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) do acúmulo de potássio (Ac. K), acúmulo de cálcio (Ac. Ca), acúmulo de magnésio (Ac. Mg) e acúmulo de enxofre (Ac. S), na parte aérea da braquiária brizantha e da braquiária decumbens, cultivadas na região de Coruripe-AL e coletadas aos 105 dias após emergência.

Fonte de Variação	GL	----- Quadrados médios -----			
		Ac. K	Ac. Ca	Ac. Mg	Ac. S
		----- kg ha <sup>-1</sup> -----			
Braquiária	1	8.137,3 <sup>ns</sup>	233,2 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	18,25 <sup>ns</sup>
Bloco	4	2.068,9	11,3	6,50	5,87
Resíduo	4	3.352,8	72,8	4,37	17,00
Média Geral		604	58	44	34
C.V. (%)		9,59	14,61	4,77	12,14

<sup>ns</sup>, não significativo a 5,0% de probabilidade pelo teste F.

**Fonte:** CECA, UFAL, 2024

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 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, Raji 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.

O nitrogênio é importante na nutrição e fisiologia das plantas, pois, dentre outras funções, é constituinte das proteínas e dos ácidos nucleicos (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2018). 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. O 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 (FRANCISCO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018). Cecato et al. (2004) relatam respostas positivas à aplicação de até 500 kg de nitrogênio por hectare de N para gramíneas tropicais.

Conforme citado anteriormente, as braquiárias são plantas muito eficientes na absorção de nutrientes do solo. No presente estudo as quantidades médias de cálcio, magnésio e enxofre acumulados na biomassa aérea das plantas foram, respectivamente de, 58, 44 e 34 kg por hectare. Pacheco et al. (2013) e Pittelkow et al. (2012) relatam estudos conduzidos, respectivamente, na EMBRAPA Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás – GO) e em Sorriso – MT, ambos em solos boa fertilidade. Os valores médios de acúmulo de Ca, Mg e S, na biomassa aérea da braquiária brizantha, foram respectivamente da ordem de 65, 55 e 15 kg por hectare, muito próximos aos citados por Oliveira et al. (2017) em estudo com a braquiária ruzizensis, que acumulou em média 12 t de matéria seca na biomassa aérea, com as plantas crescendo sem irrigação, no outono-inverno, após a colheita do milho de primeira safra. Assim, comparando os resultados obtidos no presente estudo pode-se afirmar que a braquiária brizantha e a braquiária decumbens tiveram alta produtividade e grande acúmulo de nutrientes na biomassa aérea, podendo, no ambiente edafoclimático de Coruripe, serem utilizadas tanto para pastagens quanto como plantas recicladores de nutrientes, em sistema de plantio direto.

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que foi conduzido o presente trabalho as braquiárias brizantha e decumbens tiveram alta taxa de crescimento, mas nas avaliações realizadas aos 45 e 60 dias após a emergência, a braquiária decumbens teve acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea cerca de 25% maior que a braquiária brizantha.

Quanto a concentração de nutrientes em toda a biomassa aérea da forragem, aos 45 e 60 dias após a emergência, as braquiárias tiveram a mesma concentração de proteína bruta, fósforo e magnésio. Para o cálcio, os teores na parte aérea da braquiária brizantha foram maiores que os da braquiária decumbens, ocorrendo o contrário quanto à concentração de enxofre.

Quando avaliadas como plantas de cobertura de solo e recicladoras de nutrientes, as braquiárias brizantha e decumbens tiveram alta produtividade no ambiente edafoclimático de Coruripe, contudo o acúmulo médio de matéria seca e a ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio pela braquiária brizantha superou os da braquiária decumbens. Por outro lado, não houve diferença significativa entre as braquiárias quanto ao acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, W. O. et al. Acúmulo e alocação da matéria seca e de nutrientes nas braquiárias decumbens e ruziziensis, em sistema intensivo de produção de forragem. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, p. 159-178, 2023.
- BARROS, R. & BROCH, D.L. Manejo de milho safrinha em consórcio com forrageiras no Mato Grosso do Sul. In.: **Tecnologia e produção Fundação MS**, 2012. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/161/161/newarchive-161.pdf>; Acesso em: 29 dez 2021.
- BENETT, C. G. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.
- BERNARDES, T. G. et al. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.
- BERTOLINO, K. M. et al. Produção de biomassa e cobertura do solo pelo consórcio de crotalária e milho e sua influência em propriedades físicas do solo. **For Science**, v. 9, n. 2, e0093, 2021.
- BRAGA, G. J. Seasonal herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value of signal grass (*Urochloa decumbens*) pastures under simulated continuous stocking. **Tropical Grasslands-Forrajes**, v. 8, n.2, p. 48 -59. 2020
- BRAZ, A. J. B. P. **Fitomassa e decomposição de espécies de cobertura do solo e seus efeitos na resposta do feijoeiro e do trigo ao nitrogênio**. 2003. 72p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- BRAZ, A. J. P. B.; KLIEMANN, H. J. & SILVEIRA, P. M. da. Produtividade de palhada de plantas de cobertura. In: SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. (ed.). **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. p. 12-43.
- CABRAL, Ivan Komuro et al. Secondary metabolites of *Urochloa ruziziensis* on growth, nodulation, and spectral responses of soybean. **Plant Stress**, p. 100335, 2023.
- CASTAGNARA, D. D. et al. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 931-942. 2011.
- CECATO, U. et al. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.409-416, 2004.
- CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. EMBRAPA, D.F. 2013. 175 p.
- CHENU, C. et al. Increasing Organic Stocks in Agricultural Soils: Knowledge Gaps and Potential Innovations. **Soil Tillage Res**, v. 188, 41–52. 2019

- DE FILIPPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo**. Metodologia. 2.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 26 p.
- DUPAS, E. et al. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2598-2603, 2010.
- FERREIRA, A. C. B. et al. Cover plants in second crop: nutrients in straw and cotton yield in succession. **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 53, e75032, 2023.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- FONTANAZZA, S. Utilization of cover crops and biodegradable mulching for the sustainable management in a mediterranean agroecosystem. **Tese de doutorado**. Università Degli Studi Di Catania. Agricultural, Food And Environmental Science. 278 p. 2023.
- FRANCISCO, E. A. B.; SILVA, E. M. B. & TEIXEIRA, R. A. Aumento da produtividade de carne vai adubação de pastagens. **Informações Agrônomicas**, n. 158, p. 6-12, 2017.
- GARCIA, C. M. P. et al. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, v. 73, p. 143-152, 2014.
- HASKEL, M. K. et al. Desempenho de plantas de cobertura estivais e influência em atributos de solo em unidade didática no Sudoeste do Paraná. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e7879109072, 2020.
- JIMÉNEZ-GONZÁLEZ, M.A. et al. Ten-Year Impact of Cover Crops on Soil Organic Matter Quantity and Quality in Semi-Arid Vineyards. **Land**, 12, 2143. 2023.
- KLUTHCOUSKI, J. et al. Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Documentos, 157).
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 212 p. 3ª edição, 2ª reimpressão. 2019.
- MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V. & CARVALHO, G.G.P. et al. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1240-1246, 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas – Princípios e Aplicações (2ª Edição). Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MORAIS, M. G. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos submetidos a diferentes níveis de uréia. **Archivos de zootecnia**, 62(238), 239-246. 2013
- OLIVEIRA, G. C. B. et al. Produção e composição química da Braquiária ruziziensis cultivada após a colheita do milho de primeira safra. **VI Simpósio Nacional de Bovinocultura de Leite**, 253-256. 2017.
- 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. Adubação verde com crotalária juncea em áreas de implantação ou reforma de canaviais, em pequenas propriedades rurais. In: **Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar**. v.2. Editora Científica Digital.Guarujá - SP. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/201102246.pdf>. 2021a.

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)**. 2021b.

OLIVEIRA, M.W. et al. Dry matter and protein accumulation as a function of nitrogen fertilization in brachiaria brizantha cv. Marandu (*Urochloa brizantha*). **Brazilian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 10-18, 2022a.

OLIVEIRA, M.W. et al. Dry matter accumulation and nutrient cycling by soil cover plants in an intensive corn silage production system. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e45611831008, 2022b.

OLIVEIRA, M.W. et al., Growth rates and nutrient accumulation in aerial biomass of sunn hemp juncea and spectabilis sown in spring. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v.16, n.9, p. 14183-14199, 2023.

OLIVEIRA, M. W. et al. Tecnologias adotadas para a melhoria da fertilidade do solo e a produção de forragem pela variedade de cana-de-açúcar rb867515, em cinco cortes. **Revista de Gestão e Secretariado**, v.14, n. 11, p. 20327-20334, 2023.

OLIVEIRA, M. W. et al. Reactivity of two acidity correctives in a medium texture soil. **Revista Caribeña de Las Ciencias Sociales**, v.12, n.1, p.264-276. 2023.

PACHECO, L.P. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.9, p.1228-1236, 2013.

PEREIRA, et al. Avaliação de espécies forrageiras como plantas de cobertura sobre os componentes de produção do milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 1-4, 2009.

PITTELKOW, F. K. et al. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Agrarian**, v.5, n.17, p.212 -222. 2012.

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.

PORTO, E.M.V. Produção de biomassa de três cultivares do gênero *Brachiaria* spp submetidos a adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.13., n.1, p.9-14, 2017.

QUEIROZ, C. A. et al. Reação de acessos e cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathol.**, v. 40, n. 3, p. 226-230, 2014.

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.

RUMPEL, C. et al. Opportunities, Limitations and Challenges for Implementing Soil Organic Carbon Sequestration as a Sustainable Development Strategy. **Ambio**, v. 49, p.350–360. 2020.

SALES, E.C.J. et al. Produção de biomassa de capim marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.486-499, 2013.

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 2021)**.

SANTOS, D. F. et al. Dry matter allocation and Chemical composition of brachiaria brizantha and decumbens 45 day after emergency. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.5, p.37050-37061, 2022.

SANTOS, D. F. et al. Eficiência nutricional e produtiva das braquiárias brizantha and decumbens como plantas forrageiras e de cobertura do solo. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v.16, n.7, p.7188-77025, 2023.

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

SNIFFEN, C. J. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, 76(10), 3160-3178. 1993.

SKORA NETO, F. & CAMPOS, A. C. Plantas de cobertura antecedendo a cultura do trigo. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 4, p. 463-467, 2017.

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.

TIMOSSI, P. C. et al. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, p. 617-622, 2007.

VIANA, M. C.M. et al. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1497- 1503, 2011.