

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**DALMO DE FREITAS SANTOS**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE POTÁSSIO, PELA  
BRAQUIÁRIA DECUMBENS, UTILIZADA COMO PLANTA DE  
COBERTURA DE SOLO**

**RIO LARGO - AL**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**DALMO DE FREITAS SANTOS**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE POTÁSSIO, PELA  
BRAQUIÁRIA DECUMBENS, UTILIZADA COMO PLANTA DE  
COBERTURA DE SOLO**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Campus de  
Engenharias e Ciências Agrárias  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.**

**Prof. Orientador Dr. Mauro Wagner de Oliveira**

**RIO LARGO - AL**

**2022**

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

S237c Santos, Dalmo de Freitas

Crescimento e acúmulo de matéria seca e de potássio, pela branquiária decumbens, utilizada como planta de cobertura de solo. / Dalmo de Freitas Santos – 2022.

36 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Inclui bibliografia

1. Semeadura direta. 2. Planta de cobertura. 3. Matéria seca. I. Título.

CDU 631

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**DALMO DE FREITAS SANTOS**

## **CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE POTÁSSIO, PELA BRAQUIÁRIA DECUMBENS, UTILIZADA COMO PLANTA DE COBERTURA DE SOLO**

**Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado à Coordenação do  
Curso de Graduação em  
Agronomia, da Universidade  
Federal de Alagoas, para  
obtenção do Título de  
Engenheiro Agrônomo.**

Aprovado em: 25 /01 / 2022

### **Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Mauro Wagner de Oliveira  
Data: 28/01/2022 10:13:44-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira, CECA/UFAL (Orientador)



Documento assinado digitalmente  
Reinaldo de Alencar Paes  
Data: 01/02/2022 20:46:47-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes, CECA/UFAL



Documento assinado digitalmente  
Terezinha Bezerra Albino Oliveira  
Data: 28/01/2022 10:08:24-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Terezinha Bezerra Albino Oliveira, CECA/UFAL

## **Dedico**

Aos meus pais, Laelson Ferreira dos Santos e Dilma de Freitas Pereira Santos pelo apoio nessa caminhada. Ao meu Orientador, Mauro Wagner de Oliveira, pelo companheirismo e confiança depositada em mim. 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*).

## **AGRADECIMENTOS**

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

À minha família, por estar ao meu lado nessa fase importante em minha vida, por toda força, carinho e apoio!

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

Aos meus irmãos Luan Marques de Freitas Santos e Laís de Freitas Santos.

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

AO CECA/UFAL, pela oportunidade e o conhecimento que me deram.

A prof.<sup>a</sup> Terezinha Bezerra Albino Oliveira por toda ajuda durante a graduação.

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

Ao Wesley Oliveira de Assis, por ter sido um grande companheiro.

Agradeço a todos os amigos, em especial aqueles cultivados durante essa graduação, por todo apoio, incentivo, paciência, ajuda e por não me deixarem desistir, mesmo nos momentos de maior dificuldade, meu muito Obrigado!

## RESUMO

A semeadura direta tem sido uma tecnologia muito utilizada em diversas regiões agrícolas do Brasil e do mundo, melhorando a capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de solos de áreas degradadas. Um dos fatores que contribui para o sucesso no sistema de semeadura direta é a quantidade e qualidade dos resíduos produzidos pelas plantas de cobertura, e a persistência deles sobre o solo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar no ambiente edafoclimático de Coruripe, região leste do estado de Alagoas, a taxa de crescimento e de acúmulo de potássio na braquiária decumbens, usada como planta de cobertura de solo, em cultivo solteiro. 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 da braquiária decumbens (*Urochloa decumbens* cv. IPEAN) foi realizada em abril de 2020. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições e 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. 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 ha<sup>-1</sup>, usando o sulfato de amônio e cloreto de potássio como fontes de nutrientes. 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 m<sup>2</sup>, determinando a alocação percentual da matéria seca e de potássio nas folhas e nos caules + pecíolos. A partir destes valores foram calculados o acúmulo de matéria seca e de potássio na parte aérea da braquiária decumbens. Foram constatados efeito linear de época de amostragem no acúmulo de matéria seca nas folhas, nos caules + pecíolos e em toda a parte aérea da braquiária decumbens. Houve alta taxa de acúmulo de matéria seca, variando de 74,5 a 135 kg de matéria por hectare por dia. Obteve-se a equação Y (Acúmulo de matéria seca, em t ha<sup>-1</sup>) = 0,1561 x, sendo x o tempo em D.A.E. Por esta equação constata-se alto acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens: 14 t ha<sup>-1</sup> aos 90 D.A.E e 16 t ha<sup>-1</sup> aos 105 D.A.E. Verificou-se também alta taxa de acúmulo de potássio na parte aérea da braquiária decumbens, variando de 3,37 a 10,80 kg por hectare por dia. Dos 630 kg de potássio acumulados na parte aérea da braquiária,

cerca de 25% deste total, ocorreu dos 76 aos 105 D.A.E. Com base nestes resultados, pode-se concluir que a braquiária decumbens foi uma planta de cobertura de solo de alto potencial produtivo e grande reciclagem de potássio, confirmando os resultados obtidos em outras regiões do Brasil.

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

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização do município de Coruripe - AL, local do estudo. ....	20
<b>Figura 2</b> - Precipitação pluvial durante o ano de 2020, no município de Coruripe, AL. Volume mensal de chuva e volume acumulado .....	20
<b>Figura 3</b> - Semeadura da braquiária decumbens ( <i>Urochloa decumbens</i> cv.IPEAN) e emergências das plantas.....	21
<b>Figura 4</b> - Adubação nitrogenada e potássica na entrelinha; e, amostragem nas linhas centrais das parcelas para a avaliação do acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens. ....	22
<b>Figura 05 e 06</b> - Acúmulo de matéria seca nas folhas e nos caules + pecíolos, na braquiária decumbens, dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas. ....	25
<b>Figura 07</b> - Acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas. ....	26
<b>Figura 08 e 09</b> - Acúmulo de potássio nas folhas e nos caules + pecíolos, na braquiária decumbens, dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas.....	30
<b>Figura 10</b> - Acúmulo de potássio na parte aérea da braquiária decumbens, dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas.....	31

## 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. .... 21

**Tabela 2** - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) do acúmulo de matéria seca nas folhas (Ac. MS Fl), nos caules + pecíolos (Ac. C+P) e em toda a parte aérea da braquiária decumbens (Ac. MS Td. PA), nas avaliações realizadas aos 30, 45, 60, 90 e 105 dias após a emergência. .... 24

**Tabela 3** - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) para a alocação percentual da matéria seca nas folhas (Ac. MS Fl), nos caules + pecíolos (Ac. C+P) em relação ao total acúmulo na parte aérea da braquiária decumbens, nas avaliações realizadas aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência. .... 27

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1 O sistema de semeadura direta .....	13
2.2 Escolha de plantas de cobertura de solo para as áreas de semeadura direta .....	14
2.3 Implantação do sistema de semeadura direta .....	17
2.4 Alterações químicas no solo decorrentes da implantação do sistema de semeadura direta.....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
4.1 Acúmulo e partição da matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens .....	24
4.2 Acúmulo de potássio na matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens ...	30
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira é uma das mais desenvolvidas no mundo e diversas tecnologias contribuíram para o aumento de produtividade das lavouras, podendo-se destacar a melhoria da fertilidade do solo pela calagem, gessagem e adubações químicas e orgânicas, associados com boas práticas de conservação do solo, incluindo a semeadura direta e o uso de plantas melhor adaptadas a diferentes ambientes edafoclimáticos e sistemas de produção (LOPES et al., 2004; PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021c).

A maioria dos solos atualmente usados para a agricultura eram ácidos, com teores elevados de alumínio trocável, ferro e manganês, que dificultavam ou impediam o aprofundamento do sistema radicular das plantas. Estudo de corretivos de acidez do solo conduzidos por universidades brasileiras, centro de pesquisas federais e estaduais e pela iniciativa particular determinaram o tipo de corretivo e a dose recomendada para cada cultura e região. Esse avanço na área de fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas permitiu elevar esse impedimento químico e transformar áreas antes improdutivas e marginais em lavouras de grande potencial produtivo (OLIVEIRA et al., 2007; FRANCISCO et al., 2017).

Atualmente, no Brasil, em grandes áreas a semeadura é realizada sem o revolvimento do solo. Neste sistema, a cobertura do solo, por palhada, é um dos fatores responsáveis pelo sucesso da semeadura direta. A manutenção da palhada sobre o solo e sua posterior decomposição é uma variável importante na ciclagem de nutrientes. O conhecimento da sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, o que proporcionará melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelas culturas, reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente. Em adição, os resíduos vegetais contêm macro e micronutrientes em formas orgânicas lábeis, que podem se tornar disponíveis para a cultura subsequente, mediante a mineralização (PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2020).

A cobertura morta atua como reguladora da temperatura do solo, diminui a erosão e o selamento da camada superficial do terreno, aumentando a 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 (PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017).

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 (CECCON, 2013; OLIVEIRA et al., 2021a). Entre as gramíneas usadas como plantas de cobertura morta do solo, as mais comuns têm sido as braquiárias, o milheto, o capim Mombaça e o sorgo forrageiro (PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021a, SANTOS et al., 2021). Essas gramíneas são plantas C<sub>4</sub> com alta eficiência fotossintética, adaptadas às temperaturas elevadas e à alta radiação solar. Outra característica dessas plantas é o sistema radicular muito vigoroso, que recicla nutrientes de camadas mais profundas do solo (PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021a). Braz (2003), em estudos conduzidos em Santo Antônio de Goiás, cita valores de 23,6 t de matéria seca aos 107 dias após a emergência da braquiária brizantha. Além do elevado acúmulo de matéria seca, nessa ocasião a braquiária brizantha recobria totalmente o solo. Em relação à ciclagem de nutrientes, pode-se citar o trabalho de Pittelkow et al. (2012) que encontraram acúmulo de potássio de 350 kg por hectare na parte aérea da braquiária ruziziensis, em pesquisa conduzida em Sorriso - MT, em um Latossolo Vermelho Eutrófico, de textura argilosa.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar no ambiente edafoclimático de Coruripe, região leste do estado de Alagoas, a taxa de crescimento e de acúmulo de potássio na braquiária decumbens, usada como planta de cobertura de solo, em cultivos solteiros.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Atualmente a agricultura brasileira é uma das mais tecnificadas do mundo e altas produtividades têm sido obtidas em lavouras de milho, soja, cana-de-açúcar, feijão, trigo e outros cereais, em áreas anteriormente marginais ou com grandes limitações, a exemplo do bioma cerrado. Essas terras foram outrora improdutivas devido aos impedimentos químicos e físicos do solo, principalmente os baixos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo, associados aos altos teores de alumínio e manganês trocáveis, que muitas vezes resultavam também em baixa disponibilidade de água para as plantas devido ao reduzido crescimento do sistema radicular (LOPES et al., 2004; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2021c).

Várias práticas gerenciais e agronômicas têm sido empregadas nas grandes lavouras para aumentar a eficiência dos fatores de produção, principalmente maximizando o uso da terra e dos recursos humanos (mão-de-obra), visando aumentar a sustentabilidade ambiental e econômico-financeira da atividade agropecuária. Dentre estas práticas, podem-se citar a elaboração de planilhas de apuração de custos de produção e de rentabilidade do sistema; avaliação da fertilidade do solo por gleba ou talhão; aplicação de insumos (calcário, gesso e fertilizantes) à taxas variáveis de acordo com a fertilidade do terreno; semeadura de híbridos ou variedades mais adaptadas a determinado ambiente edafoclimático; semeadura direta; rotação e consórcio de culturas; adubação orgânica; adubação verde; cultivo de plantas de cobertura de solo; manejo integrado de pragas; avaliação do estado nutricional das plantas; e, determinação de produtividade das lavouras por técnicas de georreferenciamento (MALAVOLTA et al., 1997; GIMENEZ, ZANCARO, 2012; OLIVEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2021a, SANTOS et al., 2021).

### **2.1 O sistema de semeadura direta**

Nas últimas décadas, dentre as diversas tecnologias desenvolvidas e implantadas em grandes áreas, uma das que mais se destacou foi o Sistema de Semeadura Direta ou, “Plantio Direto”, como é usualmente mais citado, sendo, contudo, uma designação incorreta, uma vez que a maioria das culturas anuais são semeadas, não são plantadas (OLIVEIRA et al., 2021b). A semeadura direta teve início no Sul do Brasil, mais notadamente no Paraná, a partir do início da década de 1970, com o principal objetivo de controlar a erosão causada pelas águas das chuvas. O desenvolvimento desse sistema foi possível graças aos trabalhos conjuntos de agricultores, pesquisadores, técnicos e de

fabricantes de máquinas semeadoras interessados em reverter o processo acelerado de degradação do solo e da água constatado nas principais áreas agrícolas do Brasil (SÁ, 1995; PORTES et al., 2000; LOPES et al., 2004; STONE et al., 2005).

A semeadura direta é um sistema conservacionista que mantém os resíduos culturais na superfície do solo, constituindo-se numa importante técnica para a recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de solos de áreas degradadas (PACHECO et al., 2013; MACHADO, 2017; OLIVEIRA et al., 2021b). A eficácia desse sistema está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade e qualidade dos resíduos produzidos pelas plantas de cobertura e com a persistência deles sobre o solo (GONÇALVES; CERETTA, 1999; PITELKOW et al., 2012; GARCIA et al., 2014).

## **2.2 Escolha de plantas de cobertura de solo para as áreas de semeadura direta**

A escolha correta da espécie vegetal a ser utilizada como planta de cobertura do solo é extremamente importante, uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e o tipo de solo. No Cerrado, atualmente uma das regiões de maior produção de grãos e de alimentos do Brasil, o clima é caracterizado por inverno seco, altas temperaturas no decorrer do ano e estação seca prolongada, o que dificulta a implantação de plantas de cobertura e, principalmente, a permanência da palhada na área de cultivo, sendo esses fatores um dos maiores entraves na manutenção da semeadura direta. O sucesso do sistema semeadura direta está ligado à definição de espécies com elevada produtividade de fitomassa para cobertura de solo (BRAZ, 2003; PACHECO et al., 2008; GARCIA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2021b).

Nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte do Nordeste, o clima é caracterizado por um inverno seco, aumento do nictoperíodo, o que dificulta o estabelecimento de plantas nesta época do ano. Desse modo, o estabelecimento de uma cobertura do solo com plantas semeadas para essa finalidade, em março e abril, tem-se constituído no maior desafio para o sistema na região do Cerrado e adjacências (ALVARENGA et al., 2001; CARVALHO et al., 2015; TIMOSSI et al., 2007). Como alternativa tem também havido interesse, por parte dos produtores rurais e por técnicos e pesquisadores, pelo cultivo consorciado de plantas produtoras de grãos com forrageiras tropicais, no sistema de semeadura direta (PORTES et al., 2000; PACHECO et al., 2013; GARCIA et al., 2014; MACHADO, 2017).

Um dos principais consórcios foi o do milho com as braquiárias, especialmente com as braquiárias brizantha, decumbens e ruzizensis. Esse consórcio, também conhecido como Integração Lavoura Pecuária (ILP), sistema Santa Fé ou Barreirão, tem sido bem adotado por pequenos, médios e grandes produtores rurais. Esse consórcio foi chamado na época de “Sistema Santa Fé”, porque foi avaliado na Fazenda Santa Fé, no município de Santa Helena de Goiás, GO. Na ocasião, utilizou-se a braquiária brizantha cv. Marandú, com a finalidade de reformar pastagens degradadas. Depois disso, com o sucesso das primeiras avaliações, a utilização do consórcio milho-braquiária se difundiu pelo Brasil. Posteriormente idealizaram-se outros sistemas de consórcio, tendo como principais objetivos as produções de forrageira para a entressafra e de palhada em quantidade e qualidade necessárias para o sistema de semeadura direta (BRAZ, 2003; KLUTHCOUSKI, J. et al., 2003; BARROS, BROCH, 2012; CECCON, 2013).

Culturas como o milheto, o sorgo forrageiro e os capins do gênero braquiária, atualmente classificados como *Urochloa*, e do gênero *Panicum*, como o Mombaça, são plantas que têm grande acúmulo de biomassa na parte aérea, sendo excelentes opções para utilização em sistemas conservacionistas; além disso, vêm sendo muito usadas do outono à primavera para fornecimento de forragem e, ou palhada nesses sistemas produtivos (CECCON, 2013; GARCIA et al., 2014; FRANCISCO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2021b). Essas plantas têm sistema radicular profundo, que penetra muito no solo, e, quanto maior a produção de biomassa do sistema radicular, maior será a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo. Por esses motivos, Pittelkow et al. (2012) e Oliveira et al. (2021a) alertam para a necessidade de subsolagem em solos excessivamente compactados, principalmente naquelas áreas com pastagens degradadas e que serão incorporadas às áreas de produção de grãos.

As leguminosas também têm sido utilizadas como plantas de cobertura de solo e recicladoras de nutrientes, pois, além da reciclagem de nutrientes, estas plantas fixam o nitrogênio do ar atmosférico em grande quantidade e, algumas delas, devido ao rápido crescimento ou ao hábito trepador, auxiliam no controle de plantas daninhas com grande eficiência (CARVALHO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2021a). Contudo, algumas delas, a exemplo da crotalária juncea, são extremamente sensíveis ao nictoperíodo, florescendo precocemente quando cultivadas sob noites longas crescentes (OLIVEIRA et al., 2021a).

Em estudos relatados por Oliveira et al. (2021a) foi avaliado o potencial produtivo de seis adubos verdes: crotalária juncea, feijão guandu, feijão de porco, mucuna cinza, mucuna preta e vegetação espontânea. Foram constatados maiores acúmulos de matéria

seca e ciclagem de nutrientes pela crotalária juncea, comparativamente aos demais adubos verdes. Na média dos dois anos de estudo, a crotalária juncea acumulou na parte aérea cerca de 15 t de matéria seca por hectare, estatisticamente superior aos demais. O feijão guandu foi o segundo adubo verde com maior acúmulo de matéria seca, em média 10,5 t ha<sup>-1</sup>. O feijão de porco e as mucunas cinza e preta acumularam próximo de 8 t ha<sup>-1</sup>, não diferindo entre si. Para a vegetação espontânea (pousio) constatou-se acúmulo médio de matéria seca próximo de 5 t por hectare. As áreas dos estudos citados anteriormente tinham vegetação predominante de braquiária decumbens e braquiária plantagínea (capim marmelada). Os solos destas áreas são de fertilidade construída, com saturação por bases oscilando em torno de 60%, tendo teores médios de fósforo e de potássio.

Há uma conceituação generalizada que as leguminosas são plantas de decomposição mais rápida do que as gramíneas, contudo, em estudo conduzido por Carvalho et al. (2015) na EMBRAPA-CPAC, observou-se que o tempo médio de decomposição da braquiária ruziziensis foi de 123 dias, sendo considerada uma planta de decomposição rápida, assemelhando-se ao feijão bravo (*Canavalia brasiliensis*) do Ceará e ao milho. Por outro lado, a crotalária juncea foi a planta de decomposição mais lenta (238 dias), seguida do feijão guandu e do sorgo granífero, que tiveram tempo médio de decomposição de 175 dias. Com base nesse estudo de longa duração (5 anos), Carvalho et al. (2015) recomendaram o uso de braquiária *ruziziensis*, feijão-bravo-do-ceará, crotalária-juncea e milho (*Pennisetum glaucum*) na entressafra de milho para sistema de semeadura direta no Cerrado.

A mineralização das plantas de cobertura do solo e dos resíduos vegetais é dependente de fatores ambientais como a temperatura, umidade, aeração e, principalmente, da composição química da palhada, especialmente da relação C/N, teores de lignina, celulose, hemicelulose e polifenóis. Os restos culturais que apresentam teor de N menor que 18 g kg<sup>-1</sup> e relação C/N maior que 20 imobilizam o N, assim, restos culturais e plantas de cobertura de solo que tiverem essa composição química devem apresentar pequena mineralização líquida no período de um ano agrícola. Contudo, há grande influência das relações lignina/nitrogênio, polifenóis/nitrogênio e lignina + polifenóis/nitrogênio. De modo geral, tem-se verificado maior taxa de decomposição nos carboidratos solúveis (sacarose e amido), seguidos dos carboidratos estruturais, hemicelulose, celulose e lignina, sendo este o mais refratário ao ataque microbiológico (OLIVEIRA et al., 1999; AITA, GIACOMINI, 2003; CARVALHO et al., 2015). Kliemann et al. (2006) avaliaram as taxas de decomposição de resíduos de espécies de

cobertura no Cerrado, em Latossolo Vermelho distrófico. Esses autores verificaram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente, foram as do capim Mombaça, do sorgo granífero, do milho, de estilosantes, guandu e capim Marandú em cultivo exclusivo e em consórcio com milho.

O cultivo de milho em sucessão às leguminosas proporciona maior quantidade de N à cultura, além de melhor aproveitamento do N proveniente do fertilizante nitrogenado pela planta e de aumentar a produtividade de grãos, seja por meio da fixação biológica ou pela ciclagem do N absorvido das camadas subsuperficiais com a incorporação de biomassa, o que resulta em economia de fertilizantes nitrogenados (ALBUQUERQUE et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2021a). Porém, as quantidades de nutrientes liberados pelas gramíneas podem ser iguais ou superiores às acrescentadas pelas leguminosas, dependendo da produção de fitomassa e das concentrações de nitrogênio, lignina, celulose e hemicelulose na parte aérea, conforme citado anteriormente. Torres et al. (2008) constataram que o milho e a crotalária juncea, cultivados no Cerrado sob Latossolo Vermelho, resultaram em maior produtividade de fitomassa seca e acúmulo de N, aos 110 dias após a semeadura. As maiores taxas de decomposição dessas plantas de cobertura e de liberação de nutrientes ocorreram com os resíduos dessecados aos 42 dias, sendo que os maiores tempos de meia-vida foram observados no período de menor precipitação pluvial.

### **2.3 Implantação do sistema de semeadura direta**

Antecedendo à implantação da semeadura direta devem-se realizar avaliações físicas e químicas do solo e, também, certificar se não há presença de pragas ou de plantas daninhas de difícil controle. Se constatada a presença de pragas ou de plantas daninhas de difícil controle, deve-se adotar práticas culturais para eliminar ou reduzir os efeitos dessas pragas e de plantas daninhas. As avaliações físicas são para constatar eventuais áreas compactadas ou adensadas. A presença de camadas adensadas ou compactadas tem consequências maléficas na infiltração de água no solo, no aprofundamento do sistema das plantas de cobertura e da cultura de interesse comercial, prejudicando o desenvolvimento, a nutrição mineral e a produtividade das futuras lavouras. A recomendação de subsolagem é com base no histórico de uso da área, no trânsito de máquinas, de implementos e de animais, na observação visual de presença de crostas na superfície do terreno, presença de ervas indicadoras e sistema radicular superficial da vegetação natural (OLIVEIRA et al., 2021a).

Deve-se analisar quimicamente o solo antes da implantação do sistema de semeadura direta. Normalmente, avaliam-se a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos em níveis tóxicos no solo pela análise química da camada arável, 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. Recomenda-se iniciar a implantação do sistema de semeadura direta em solos sem acidez, com fertilidade de média à alta e que não tenham teores elevados de alumínio na camada não arável do solo, pois o alumínio em níveis mais elevados será um impedimento químico ao aprofundamento do sistema radicular das plantas. Usualmente coletam-se amostras de solo das camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2018).

Os resultados da análise da camada de 0 a 20 cm têm sido utilizados para calcular a adubação e a calagem e, os da camada de 20 a 40 cm, para os cálculos da necessidade de gessagem. Tem-se recomendado elevar a saturação por bases da camada de 0 a 20 cm, para 60%. O uso de gesso é recomendado quando, na camada de 20 a 40 cm, a saturação por alumínio for maior que 20% ou o teor de cálcio trocável for menor que 0,40 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2008). Dependendo da disponibilidade financeira do agricultor, a dose de gesso pode variar de 30 a 100% da dose de calcário. Por exemplo: a dose de calcário a ser aplicada será de 5,0 t por hectare, então, se houve aplicação de gesso, a dose de gesso pode variar de 1,5 a 5,0 t por hectare. 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 (OLIVEIRA et al., 2018). Por esses motivos, Oliveira et al. (2021a) têm recomendado elevar de 1,5 a 2,0 vezes a quantidade de calcário a ser aplicado, predita analiticamente.

#### **2.4 Alterações químicas no solo decorrentes da implantação do sistema de semeadura direta**

Uma das principais alterações causadas pelo sistema de semeadura direta é o aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial do solo com o decorrer do tempo de implantação desse sistema. A ausência de arações e gradagens no preparo do solo e a quantidade e qualidade, tanto dos resíduos das culturas de interesse econômico em rotação ou sucessão como das plantas de cobertura ao longo dos anos, resultam em aumento gradual no teor de matéria orgânica, notadamente na camada superficial, até 10

cm de profundidade (LOPES et al., 2004, TIECHER, 2016; OLIVEIRA et al., 2021b).

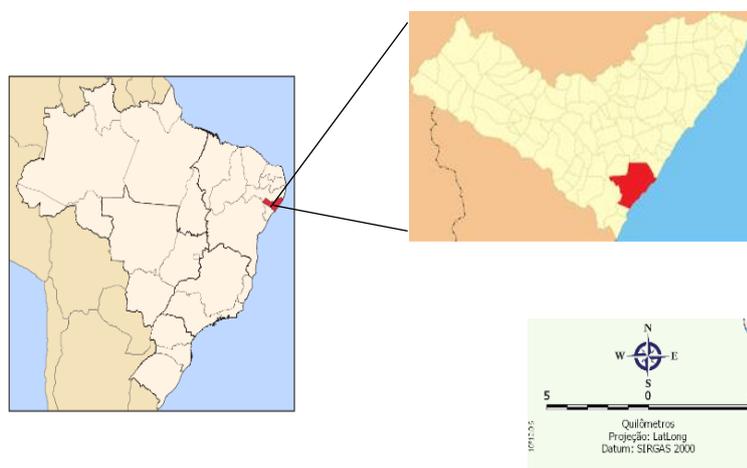
A causa do aumento da matéria orgânica no solo é devida a melhor mineralização da palhada e dos restos culturais mantidos na superfície do solo, comparativamente àquela que se verifica quando há incorporação destes restos culturais e da palhada ao solo. O aumento nos estoques de matéria orgânica é dependente de vários fatores, tais como: quantidade de palha, tipo de rotação de cultura adotada, grau de revolvimento do solo, clima da região e doses de fertilizantes aplicadas nas lavouras. O aumento do teor de matéria orgânica, geralmente, não ocorre nos primeiros anos de adoção do sistema de semeadura direta, mas sim, após 6 ou 7 anos de início do sistema. A alteração no teor de matéria orgânica, em quantidade e qualidade, tem implicações graduais nas alterações do pH, na toxidez de alumínio, na dinâmica de nitrogênio, do fósforo e de outros nutrientes (SÁ, 1995; LOPES et al., 2004; GARCIA et al., 2014).

Nos trabalhos realizados por Sá (1995), na região de Ponta Grossa, no norte do Paraná, foi observado que após 15 anos da implantação do sistema de semeadura direta houve aumento de 27% no teor de matéria orgânica na camada de 0 a 10 cm. A ausência do revolvimento do solo, a rotação de culturas e a permanente cobertura do solo com plantas ou restos culturais também melhoram a estabilidade dos agregados do solo e as trocas gasosas (STONE et al., 2005; CARVALHO et al., 2015). A cobertura morta atua como reguladora da temperatura do solo, diminui a erosão e o selamento da camada superficial do terreno, aumentando a infiltração da água da chuva e a disponibilidade hídrica; facilitando, desta forma, a emergência das plântulas, resultando em lavouras mais uniformes e de maior potencial produtivo (BRAZ, 2003; PITTELKOW et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021b; SANTOS et al., 2021).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

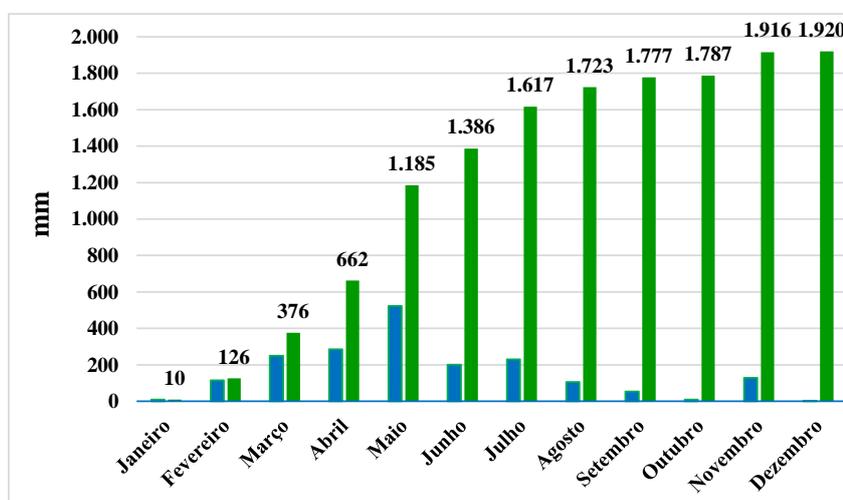
O estudo foi conduzido em propriedade rural localizada no município de Coruripe-AL (Latitude: 10° 8' 1" Sul, Longitude: 36° 10' 34" Oeste) localizado na mesorregião Leste Alagoano (Figura 01). De acordo com a classificação de Köppen, toda a metade oriental do estado possui clima do tipo As', tropical 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 de 2020. 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 (2021)

**Figura 2** - Precipitação pluvial durante o ano de 2020, no município de Coruripe, AL. Volume mensal de chuva e volume acumulado.



**Fonte:** Autor (2021)

Em março, foi coletada amostra de solo na camada de 0 a 20 cm. O solo tinha, 46,59% de saturação por bases, sem a presença de alumínio trocável (Tabela 1). Antes da semeadura da braquiária foi realizada a aração e gradagem visando a melhoria das propriedades físicas do solo. Foi semeada a braquiária decumbens (*Urochloa decumbens* cv.IPEAN), com taxa de semeadura de 15 kg de sementes puras viáveis por hectare (Figura 03), a semeadura foi realizada em abril de 2020 (SANTOS et al., 2021).

**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 H <sub>2</sub> O	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al <sup>+3</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H + Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	CTC (t) cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	CTC (T) cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	V %	m
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.

**Figura 3** - Semeadura da braquiária decumbens (*Urochloa decumbens* cv.IPEAN) e emergências das plantas.



**Fonte:** Autor (2021)

O delineamento experimental 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 (SANTOS et al., 2021).

As adubações nitrogenada e potássica foram realizadas em cobertura (Figura 04), quando as plantas apresentaram cerca de 5 cm de altura. As adubações de cobertura foram em doses equivalentes a 150 ha<sup>-1</sup>, usando o sulfato de amônio e cloreto de potássio como fontes de nutrientes. O uso do sulfato de amônio visa eliminar as perdas de N por volatilização (OLIVEIRA et al., 2018) e aumentar a eficiência do metabolismo do N, conforme citado anteriormente.

**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 da braquiária decumbens.



**Fonte:** Autor (2021)

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 m<sup>2</sup> (Figura 04). Essas épocas de amostragem foram

definidas com base no estudo conduzido por Braz (2003), na EMBRAPA Arroz e Feijão. A braquiária decumbens foi cortada rente ao solo, pesada e subamostrada para quantificar a partição de matéria seca 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 e Queiroz (2002). A partir destes valores calcularam-se o acúmulo de matéria seca nos caules + pecíolos e nas folhas em cada época de amostragem. O acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens foi o somatório da matéria seca dos caules + pecíolos e das folhas.

Subsubamostras de caules + pecíolos e de folhas foram passadas em moinho de aço inoxidável e submetidas a digestão nítrico-perclórica. O material vegetal de cada época de amostragem foi analisado quanto aos teores de potássio, usando a fotometria de chama e seguindo-se os procedimentos analíticos descritos por Malavolta et al. (1997). Para cada época de amostragem o acúmulo de K nos caules + pecíolos e nas folhas foi calculado multiplicando-se pela concentração de potássio em cada fração pelo acúmulo de matéria seca nessa fração. O total de potássio acumulado na parte aérea das plantas foi obtido pelo somatório do potássio acumulado nos caules + pecíolos e nas folhas. Foram obtidas equações de regressão para relacionar o acúmulo de matéria seca e de potássio, nas frações da planta e em toda parte aérea, com as épocas de amostragem.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados e discutidos os resultados referentes ao acúmulo e a partição da matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens e, posteriormente, os resultados da taxa de acúmulo de potássio.

##### 4.1 Acúmulo e partição da matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens

Na tabela 02 está apresentada a análise de variância referente ao acúmulo e a partição da matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens. Houve efeito significativo de épocas, a 0,1%, tanto para a alocação percentual da matéria seca quanto para o acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens. O coeficiente de variação foi maior que 10% somente para o acúmulo de matéria seca nas folhas, denotando baixa variabilidade experimental no estudo (FERREIRA, 2011).

**Tabela 2** - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) do acúmulo de matéria seca nas folhas (Ac. MS Fl), nos caules + pecíolos (Ac. C+P) e em toda a parte aérea da braquiária decumbens (Ac. MS Td. PA), nas avaliações realizadas aos 30, 45, 60, 90 e 105 dias após a emergência.

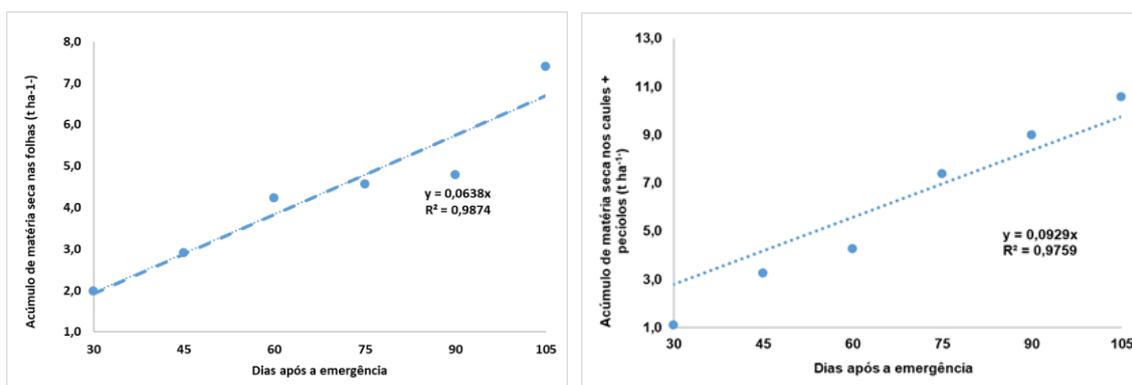
Fonte de Variação	GL	----- Quadrados médios -----		
		Ac. MS Fl (t ha <sup>-1</sup> )	Ac. MS C+P (t ha <sup>-1</sup> )	Ac. MS Td. PA (t ha <sup>-1</sup> )
Época	5	16.848***	66.061**	144.094***
Bloco	4	87,851	840,52	1.023,87
Resíduo	20	193,53	205,00	486,26
Média Geral		4,,34	5,92	10,26
C.V. (%)		10,14	7,64	6,80

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

Fonte: Autor (2021)

Nas figuras 05, 06 e 07 estão apresentadas as taxas de acúmulo de matéria seca nas folhas, nos caules + pecíolos e em toda a parte aérea da braquiária decumbens dos 30 aos 105 D.A.E. Tanto para o acúmulo de matéria seca nas folhas, quanto nos caules + pecíolos, e em toda a parte aérea da braquiária decumbens, constataram-se efeito linear de época de amostragem, com equações R<sup>2</sup> superiores a 0,98. Durante todo o período de estudo, houve alta taxa de acúmulo de matéria seca, variando de 74,5 a 135 kg de matéria seca 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 seca por hectare por dia.

**Figura 05 e 06** - Acúmulo de matéria seca nas folhas e nos caules + pecíolos, na braquiária decumbens, dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas.



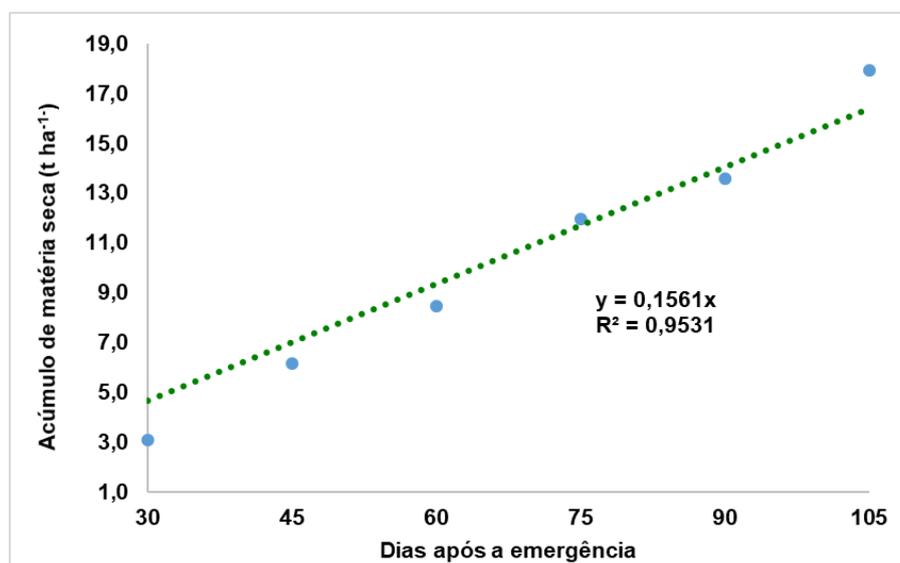
Fonte: Autor (2021)

A braquiária decumbens, originária de Uganda, na África, é muito cultivada no Brasil, como excelente forrageira tropical e vem sendo utilizada no sistema de integração agricultura-pecuária, principalmente em sistemas de rotação, ou na implantação de cultivos consorciados com culturas anuais, visando à diversificação da produção agropecuária, com a formação de pastagens para pecuária extensiva e, ou a formação de palhada. As vantagens dessa gramínea são devidas à sua adaptabilidade às mais adversas condições de solo e clima, proporcionando produções satisfatórias mesmo nessas condições. Todavia, apesar dos benefícios proporcionados, o sistema de semeadura direta depende de fontes eficientes de cobertura morta, capazes de proteger plenamente a superfície do solo e ter longevidade adequada (PITTELKOW et al., 2012; TIMOSSI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2021b). Ainda segundo Pittelkow et al. (2012), a palhada das espécies do gênero braquiária tem atendido a esses dois quesitos, produzindo mais de 15 t de matéria seca por hectare quando corretamente manejada e persistindo por mais de seis meses na superfície do solo.

Usando a equação citada na figura 07:  $Y$  (Acúmulo de matéria seca) =  $0,1561 x$ , sendo  $x$  o tempo em dias após a emergência, pode-se calcular que os 64 D.A.E. o acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens foi de 10 t por hectare. 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. Em trabalhos conduzidos por Portes et al. (2000), um dos poucos encontrados pelo autor deste TCC na revisão de literatura, 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 *ruzizensis*, 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. Conforme citado anteriormente, no presente estudo a maior taxa de acúmulo de matéria seca, 135 kg por hectare por dia, foi observada entre as amostragens realizadas aos 45 D.A.E.

**Figura 07** – Acúmulo de matéria seca na parte aérea da braquiária *decumbens* dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas.



Fonte: Autor (2021)

Em relação a partição da matéria seca na parte aérea da braquiária *decumbens*, houve efeito significativo a 0,1% de época de amostragem (Tabela 03). Até aos 90 D.A.E. houve aumento percentual dos caules + pecíolos na biomassa seca da parte aérea, que se elevou de 35,8% aos 30 D.A.E. para 66,1% aos 90 D.A.E. Aos 105 D.A.E. o percentual de matéria seca alocado nos caules reduziu-se para 58,8%, talvez devido ao início do aumento do comprimento, iniciando um novo ciclo de crescimento da braquiária *decumbens*, que havia acamado, como mostrado na figura 04, no item Material e Métodos.

A braquiária *brizantha* é outra planta 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; BROCH, 2012; OLIVEIRA et al., 2021b). Em pesquisa conduzida por Santos et al. (2021), de parte da qual foi extraída este TCC, avaliaram-se em Coruripe -AL, o acúmulo de matéria seca na parte aérea das braquiárias *decumbens* e *brizantha* (*Urochloa brizantha*), cultivar Marandú, com a semeadura realizada em abril de 2020. Realizaram-se avaliações aos 30, 45 e 60 D.A.E.

Nas três épocas analisadas, a braquiária decumbens acumulou maior quantidade de matéria seca que a braquiária brizantha, nos caules + pecíolos e na biomassa aérea de toda planta. Somente para o acúmulo de matéria seca nas folhas houve semelhança entre as braquiárias nas avaliações realizadas aos 45 e aos 60 D. A. E. A braquiária decumbens teve acúmulo de matéria seca em toda a parte aérea, de 54; 25 e 22% maior que a braquiária brizantha, respectivamente aos 30, 45 e 60 dias D. A. E. (SANTOS et al., 2021).

**Tabela 3** - Quadrados médios das análises de variância e coeficiente de variação (C.V.) para a alocação percentual da matéria seca nas folhas (Ac. MS Fl), nos caules + pecíolos (Ac. C+P) em relação ao total acumulado na parte aérea da braquiária decumbens, nas avaliações realizadas aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência.

Fonte de Variação	GL	----- Quadrados médios -----	
		Aloc..% da MS Folhas	Aloc. % da MS C+P
Época	5	564,39***	564,38***
Bloco	4	17,23	17,22
Resíduo	20	5,78	5,77
Média Geral		46,11	53,89
C.V. (%)		5,21	4,46

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

Fonte: Autor (2021)

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, 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 milheto, 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 milheto, 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. Kluthcouski et al. (2003), um dos pioneiros a desenvolver estudos de integração lavoura-pecuária no Brasil, 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).

Bernardes et al. (2010), citando estudos conduzidos no cerrado, 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). À semelhança deste trabalho de conclusão de curso, 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.

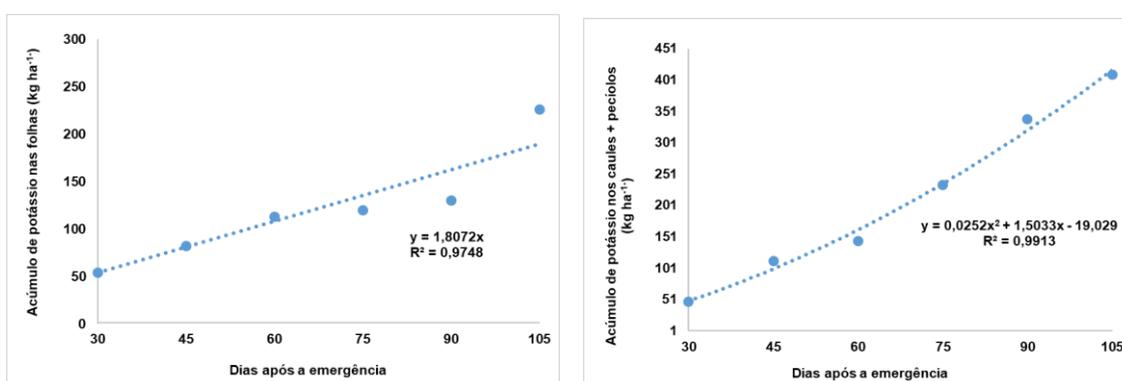
Estudo semelhante foi conduzido por Oliveira et al. (2021b) em uma propriedade rural que utiliza intensamente a produção de forragens para alimentação de vacas leiteiras, na Zona da Mata de Minas Gerais. Segundo OLIVEIRA et al. (2021b), em áreas de produção intensiva de milho destinado à ensilagem, após 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. 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.

#### 4.2 Acúmulo de potássio na matéria seca na parte aérea da braquiária decumbens

Nas figuras 08, 09 e 10 estão apresentadas as taxas de acúmulo de potássio nas folhas, nos caules + pecíolos e em toda a parte aérea da braquiária decumbens dos 30 aos 105 D.A.E. Para o acúmulo de potássio nas folhas da braquiária decumbens, o efeito foi linear, em função da época de amostragem, tendo-se obtido equação  $Y = 1,8072x$ , com  $R^2$  de 0,9748. Entretanto, para o acúmulo de potássio nos caules + pecíolos e em toda a parte aérea, o efeito foi quadrático, respectivamente com equações  $Y = 0,025x^2 + 1,5033x - 19,029$  ( $R^2$  de 0,9913) e  $Y = 0,0433x^2 + 0,9512x + 44,5$  ( $R^2$  de 0,9960).

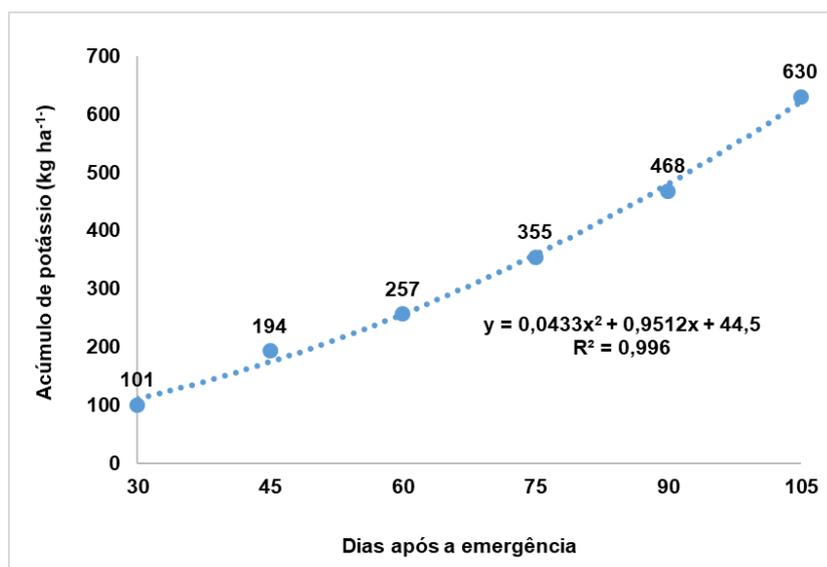
**Figuras 08 e 09** - Acúmulo de potássio nas folhas e nos caules + pecíolos, na braquiária decumbens, dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas.



**Fonte:** Autor (2021)

Em todo o período de estudo houve alta taxa de acúmulo de potássio na parte aérea da braquiária decumbens, variando de 3,37 a 10,80 kg por hectare por dia. A menor taxa de acúmulo de potássio na parte aérea da braquiária decumbens foi observada na amostragem realizada aos 30 D.A.E e, a maior, na amostragem aos 105 D.A.E. Cerca de 25% do total de potássio acumulado na parte aérea ( $630 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ocorreu dos 76 aos 105 D.A.E. (Figura 10). A braquiária decumbens foi uma planta de cobertura de solo de alto potencial produtivo e grande reciclagem de potássio, confirmando os resultados obtidos por Portes et al. (2000), Braz (2003), Pittelkow et al. (2012) e Oliveira et al. (2021b).

**Figura 10** - Acúmulo de potássio na parte aérea da braquiária decumbens, dos 30 aos 105 dias após a emergência das plantas.



**Fonte:** Autor (2021)

Em estudo conduzido por Rajj 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, 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.

Os valores de reciclagem de potássio apresentados na figura 10 são maiores que os acúmulos médios de potássio observados em lavouras de milho de alto potencial produtivo. Oliveira et al. (2017) citam que, em lavouras do híbrido de milho BM3066,

observaram-se produção média de forragem de 59,5 t de matéria natural, cerca de 20 t de matéria seca, por hectare. Nessas lavouras, os acúmulos médios de potássio foram de 195 ha<sup>-1</sup>. Diferentemente dos outros nutrientes contidos na palhada das plantas de cobertura, o potássio tem alta taxa de liberação, porque está na forma iônica no citosol das células, estravando-se da célula, após a ruptura da membrana plasmática (MALAVOLTA et al., 1997; Oliveira et al., 1999; BERNARDES et al., 2010). Contudo, somente em situação de dificuldade financeira para o produtor rural deve-se diminuir na adubação o potássio reciclado pela braquiária (OLIVEIRA et al. 2021b).

## **5. CONCLUSÃO**

Nas condições edafoclimáticas em que foi conduzido o presente estudo pode-se concluir que a braquiária decumbens foi uma excelente planta de cobertura de solo, tendo altas taxas de crescimento e recobrimento do solo, com grande acúmulo de matéria seca e ciclagem de potássio. Contudo, há necessidade de mais estudos para quantificar o efeito a longo prazo da inclusão da braquiária decumbens, como cultura solteira, nos sistemas de produção agrícola, em outras condições edafoclimáticas de Alagoas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:601- 612, 2003.

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.721-726, 2013. DOI: 10.1590/S1415-43662013000700005.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

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.

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.

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.

CARVALHO, A. M. et al. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 01-11, 2015.

CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. EMBRAPA, D.F. 2013. 175 p.

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.

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.

GIMENEZ, L.M; ZANCANARO, L. Monitoramento da fertilidade do solo com a técnica de amostragem em grade. **Informações Agronômicas**, n. 13 8. 2012. p.19-25.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.307-313, 1999.

KLIEMANN, H.J. et al. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p.21- 28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Documentos, 157).

LOPES, A. S. et al. **Sistema Plantio Direto: Bases para o manejo da fertilidade do solo**, 2004.

MACHADO, A. L. S. Efeito de diferentes plantas de cobertura sobre atributos físicos de um latossolo sob preparo convencional e na produtividade da soja. 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 211p.

OLIVEIRA, M. W. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2359–2362, 1999.

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. Production of forage by corn hybrid BM 3066 in function of magnesium doses. In: **V International Symposium on forage quality and conservation**. Piracicaba, ESALQ/USP, 2017. CD Room.

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. Produtividade e partição da matéria seca em dois híbridos de milho, na segunda safra. In: **Congresso Internacional da Agroindústria**. Recife, 2020.

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. Produção de cana-de-açúcar para a alimentação de bovinos. In: **Alimentos e Alimentação Animal**. Editora Científica Digital. Guarujá – SP. p. 81 a 117. 2021c. DOI: 10.37885/210805744

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.

PACHECO, L. P. et al. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.815-823, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700005>

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.

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

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

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.

SÁ, J. C. M. Plantio direto: transformações e benefícios ao agroecossistema. In: **Curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto**, 1995, Castro. Anais... Castro: Fundação ABC, 1995. p.9-20.

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)**.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV. 2002. 235 p.

STONE et al. "**Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo**." Embrapa Arroz e Feijão-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E) (2005).

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água.** 2016.

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

TORRES, J. L. R. et al. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.421-428, 2008. DOI: 10.1590/ S0100-204X2008000300018.