

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

LUARA SILVA PEREIRA

**ÉPOCAS DE SEMEADURA DE PLANTAS DE COBERTURA PÓS
FEIJÃO E SOJA SAFRA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2020

LUARA SILVA PEREIRA

**ÉPOCAS DE SEMEADURA DE PLANTAS DE COBERTURA PÓS
FEIJÃO E SOJA SAFRA**

Trabalho de conclusão de Curso de Graduação,
apresentado ao curso de Bacharelado em
Agronomia, pela Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, campus Dois Vizinhos, como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

Coorientador: Doutorando Vanderson Vieira
Batista

DOIS VIZINHOS

2020



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

ÉPOCAS DE SEMEADURA DE PLANTAS DE COBERTURA PÓS FEIJÃO E SOJA SAFRA

Por Luara Silva Pereira

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 3 de dezembro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-DV
(Orientador)

Doutorando Vanderson Vieira Batista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-PB
(Coorientador)

Profª. Drª. Angélica Signor Mendes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-DV
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso

Prof. Dr. Paulo César Conceição
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-DV

Doutoranda Karine Fuschter Oligini
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-PB

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por me conduzir no caminho certo, com saúde e fé e por conceder a oportunidade de concluir mais esta etapa.

Aos meus pais, Luiz Antônio Pereira e Izanilda Aparecida Silva Pereira e meu irmão Luan Silva Pereira, pelo apoio, carinho e suporte durante todos os anos de minha vida.

Ao professor e orientador Dr. Paulo Fernando Adami pela orientação, dedicação, ensinamentos e confiança na realização deste trabalho.

Ao doutorando Vanderson Vieira Batista pela coorientação e por todo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A todos integrantes do grupo de pesquisa de Culturas Anuais, pelas amizades e trocas de saberes, além de toda ajuda para elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

A todos meus amigos, pela amizade e companheirismo durante esta jornada.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, pela concessão da área experimental e laboratórios.

A vocês meu muito obrigada.

RESUMO

PEREIRA, L. S. **Épocas de semeadura de plantas de cobertura pós feijão e soja safra.** 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

O cultivo da segunda safra de verão com culturas de grãos apresenta riscos produtivos, sendo o uso do solo neste período com plantas de cobertura uma opção competitiva e viável. Dessa forma, objetivou-se avaliar o acúmulo de biomassa ao longo do ciclo das plantas de cobertura semeadas em três épocas: janeiro, fevereiro e março. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos. O delineamento experimental foi de blocos ao caso em esquema fatorial 3x3, sendo o fator A composto pelas plantas de cobertura (*Urochloa brizantha* cultivar Xaraés, *Crotalaria juncea* cultivar IAC-KR-1 e *Pennisetum glaucum* cultivar ANm 38) e o fator B composto por três períodos de avaliação durante o desenvolvimento das plantas (28/03; 12/04 e 29/04) (subparcelas), com três repetições. Foi avaliada a altura de plantas, produtividade de massa verde e seca em cada período, a produção total de biomassa verde e seca ao final do experimento. O *P. glaucum* exibiu maior produtividade de massa verde e seca em relação as demais espécies de plantas de cobertura, independente da época de semeadura, sendo uma possibilidade de implantação em períodos curtos na entressafra, o qual apresentou produtividade total de massa seca de 14.611, 14.155 e 4.200 kg ha⁻¹ respectivamente para as épocas de semeadura de janeiro [117 dias após a semeadura (DAS)], fevereiro (86 DAS) e março (58 DAS). A *U. brizantha* e *C. juncea* apresentaram produtividade total de massa seca de 11.677 e 8.800, 8.578 e 8.217 e 2.220 e 2.555 kg ha⁻¹ respectivamente para janeiro, fevereiro e março. Ambas espécies apresentam uma menor taxa de incremento em sua biomassa, no entanto, também se destacam como boas opções a serem utilizadas no período de entressafra, dependendo de qual será a próxima espécie a ser cultivada. As plantas de cobertura semeadas em março mostraram menor altura, acúmulo de massa verde e seca, devido à redução do fotoperíodo e da temperatura nesta época do ano, mesmo assim, pela produtividade apresentada, viabilizam-se em função dos benefícios que entregam ao sistema de produção.

Palavras-chaves: Acúmulo de Biomassa. Adubação verde. Leguminosas. Gramíneas.

ABSTRACT

PEREIRA, L. S. **Sowing periods of cover crops after beans and soybean.** 41 f. Completion of course work (Agronomy course) Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

Double summer crop represent high weather risks for the 2nd summer crop and soil use in this period with cover crops is a competitive and viable option. Thus, the objective was to evaluate the accumulation of biomass throughout the cycle of cover plants sown at three different sowing periods: January, February and March. Experiment was carried out in the experimental station of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos laid out in a randomized blocks with a 3x3 factorial scheme, being factor A composed of cover crops (*Urochloa brizantha* cultivar Xaraés, *Crotalaria juncea* cultivar IAC-KR-1 and *Pennisetum glaucum* cultivar ANm 38) and factor B of three evaluation periods during crop development (28/03; 12/04 and 29/04) (subplots), with three replications. Plant height, green and dry mass yield were evaluated in each period and the total biomass production at the end of the experiment. *P. glaucum* exhibited higher productivity of green and dry mass in relation to the other species of cover crops, regardless of the sowing period, showing to be one of the best option to be growth in short periods in the off-season, while presented total dry mass productivity yield of 14,611, 14,155 and 4,200 kg ha⁻¹ when sowed on January (117 days after sowing - DAS), February (86 DAS) and March (58 DAS), respectively. Meanwhile, *U. brizantha* and *C. juncea* presented total dry matter yield of 11,677 and 8,800; 8,578 and 8,217 and 2,220 and 2,555 kg ha⁻¹ respectively in January, February and March. These species showed a lower increase in its biomass, but also appears as good options to be used in the off-season period, depending on what is the next crop. Cover crops sown at March showed lower height, accumulation of green and dry mass, due to the reduction of the photoperiod and temperature at this time of the year, even thought, are able to be used due to the benefits it deliver to the production system.

Keywords: Biomass accumulation. Cover crops. Legumes. Grasses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da área experimental	20
Figura 2 - Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação no município de Dois Vizinhos-PR durante a condução do experimento	21
Figura 3 - Desenvolvimento inicial das plantas de cobertura estabelecidas no mês de fevereiro aos 12 DAS. (A) <i>U. brizantha</i> ; (B) <i>C. juncea</i> ; (C) <i>P. glaucum</i>	24
Figura 4 - Desenvolvimento das plantas de cobertura estabelecidas no mês de março aos 41 DAS. (A) <i>U. brizantha</i> ; (B) <i>C. juncea</i> ; (C) <i>P. glaucum</i>	27
Figura 5 - Desenvolvimento das plantas de cobertura estabelecidas no mês de janeiro aos 117 DAS. (A) <i>U. brizantha</i> ; (B) <i>C. juncea</i> ; (C) <i>P. glaucum</i>	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Altura de plantas em cada época de semeadura em função da espécie de cobertura e período de avaliação. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.....	23
Tabela 2 – Massa verde das plantas em cada época de semeadura em função da espécie de cobertura e período de avaliação. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.....	26
Tabela 3 – Massa seca de plantas em cada época de semeadura em função da espécie de cobertura e período de avaliação. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.....	28
Tabela 4 – Produção total de biomassa verde e seca das plantas de cobertura em cada época de semeadura. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

ANm- AgroNorte Milheto

C- Carbono

Cfa- Clima subtropical, com verão quente

DAS- Dias após a semeadura

IAC- Instituto Agronômico de Campinas

N- Nitrogênio

SPD- Sistema de Plantio Direto

UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1 PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL.....	14
4.2 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.....	15
4.3 PROBLEMAS NO PERÍODO DA ENTRESSAFRA	17
4.4 PLANTAS DE COBERTURA	17
4.4.1 Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i>).....	18
4.4.2 Braquiária (<i>Urochloa brizantha</i>)	19
4.4.3 Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i>).....	19
5 MATERIAIS E MÉTODOS	20
5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	20
5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	21
5.2.1 Tratos culturais.....	21
5.3 VARIÁVEIS AVALIADAS.....	22
5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
7 CONCLUSÃO	34
8 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos na agricultura estão em constante evolução, devido a demanda contínua e crescente por alimentos no mundo em função do crescimento populacional. Assim, a disponibilização de materiais com elevado potencial produtivo, modernização dos implementos agrícolas trouxeram conforto e segurança ao produtor no manejo das culturas comerciais.

O Brasil se evidencia no ranking mundial como um dos maiores produtores e exportadores de grãos, especialmente na produção de soja e milho e ainda possui grande potencial de expansão. No entanto, para que se obtenha o máximo potencial de produtividade das culturas, é preciso adotar várias práticas de manejo para impulsionar o sistema de produção, que envolve desde a qualidade do solo, eficiência na adubação, melhoramento genético, controle de doenças e pragas, plantas daninhas, entre outros.

O sistema de plantio direto (SPD) é uma técnica conservacionista consolidada em todo o país que visa a redução da degradação dos solos e a sustentabilidade, de forma a otimizar os componentes do sistema de produção. Estima-se que o Brasil possui 32 milhões de hectares em áreas conduzidas sob SPD (FEBRAPDP, 2016). Uma das premissas para adoção do SPD é a manutenção da cobertura do solo com material vegetal seja com plantas vivas ou mortas, juntamente com a diversidade de espécies na rotação de culturas e o mínimo revolvimento do solo (GOULART, 2009).

A utilização de plantas de cobertura juntamente com as demais práticas do SPD está intimamente ligada com o planejamento do produtor em médio e longo prazo, com a finalidade de manter o solo com qualidade e maximizar o potencial produtivo por área das culturas. A adoção de um planejamento sobre a produção, reflete na aptidão do uso do solo, de modo que não onere os custos na produção, a fim de evitar prejuízos econômicos (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

Pelo fato da entressafra dos cultivos de verão e inverno serem curtas, sendo inferiores a 90 dias, o uso de plantas de coberturas muitas vezes é deixado de lado pelos produtores paranaenses, motivados pela competição com culturas de grãos na safrinha e por não trazer lucro de imediato ao sistema produtivo, porém os seus resultados são vistos ao longo do tempo.

Dentro de um sistema de planejamento agrícola adequado, com rotação de cultura, escolha de híbridos e cultivares de diferentes ciclos, abrem-se períodos de entressafra aonde o uso das plantas de cobertura torna-se uma opção competitiva e viável. Contudo, destaca-se que

o zoneamento se encerra no mês de fevereiro, e após este período o risco produtivo aumenta, e o cultivo de espécies de cobertura se tem grande importância nos benefícios ao longo prazo que irá proporcionar para as próximas culturas e safras.

A manutenção da superfície do solo com plantas de cobertura promove a conservação e melhoria das características físicas, químicas e biológicas. Segundo os pesquisadores, a utilização de espécies de cobertura sobre o solo, proporciona a maior proteção contra o selamento superficial, melhorias na taxa de infiltração, redução de perdas pelo escoamento superficial e perda de nutrientes, aumento da matéria orgânica, minimização da amplitude térmica, além de reduzir a infestação de plantas daninhas (SILVEIRA; STONE; FERREIRA, 2018). Ainda, o uso de plantas de cobertura proporciona melhor eficiência na fixação, mobilização e ciclagem de nutrientes, sendo retirados de diferentes níveis do solo por meio de suas raízes profundas, fornecendo-os posteriormente para cultura sucessora (TORRES et al., 2008). As leguminosas se destacam por serem capazes de fixar nitrogênio atmosférico através de associações entre as raízes e bactérias (SILVA et al., 2009).

O período da entressafra após a colheita de verão até a implantação da cultura de inverno, nem sempre é suficiente para manutenção da palhada sobre o solo, principalmente nos cultivos de pós soja e de feijão, deixando baixa quantidade de resíduos vegetais e com elevada decomposição após a colheita (SPEHAR; TRECENTI, 2011), portanto a época de semeadura das espécies de cobertura se torna importante para ocupar as áreas deixadas em pousio logo após a colheita da safra de verão, além disso, se torna relevante verificar o desenvolvimento destas espécies ao longo de diferentes épocas de implantação. Diante disto, é de grande importância o uso de espécies de cobertura na entressafra, para minimizar os processos erosivos e elevar o potencial produtivo dos cultivos em sucessão.

À face do exposto e levando em consideração que muitas vezes os produtores deixam as áreas na entressafra em pousio com pouco aporte de palhada, o presente trabalho objetivou avaliar os melhores arranjos de plantas de cobertura em diferentes épocas de semeadura para a região Sudoeste do Paraná, bem como verificar a adaptabilidade e precocidade, além do potencial de produção de biomassa destas espécies no período da entressafra.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar o potencial de produção de biomassa de diferentes épocas de semeadura, ao longo do tempo, das espécies de cobertura *Urochloa brizantha*, *Crotalaria juncea* e *Pennisetum glaucum* na entressafra feijão/trigo ou soja/trigo em função de diferentes períodos de avaliação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o acúmulo de massa verde e seca das espécies de cobertura ao longo dos períodos de avaliações em diferentes épocas de semeadura.

Avaliar a altura e a precocidade de produção de biomassa e o potencial de uso das espécies de plantas de cobertura em função das épocas de semeadura.

3 JUSTIFICATIVA

A utilização de plantas de cobertura muitas vezes é deixada de lado, pelo fato da janela de entressafra ser curta entre os cultivos comerciais, ficando muitas vezes o solo desprotegido nesse período na região Sudoeste do Paraná. Isso ocorre também devido aos custos de implantação, não levando em conta os diversos benefícios que as espécies podem fornecer para a cultura sucessora e a longo prazo para a conservação do solo. Atrelado a grande importância e viabilidade que as espécies de cobertura fornecem ao sistema produtivo, é abordável a temática de implantação na entressafra na região do Sudoeste do Paraná, a fim de minimizar os efeitos negativos gerados por áreas em pousio. Sendo assim, necessita-se de estudos acerca dos melhores arranjos de plantas de cobertura para a região, bem como verificar a adaptabilidade e precocidade, como a maior produção de biomassa depositada no solo, afim de viabilizar economicamente os sistemas de produção na entressafra.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL

O Brasil se destaca mundialmente como um dos maiores produtores de grãos, especialmente na produção de soja, milho, algodão, arroz, trigo e feijão, e além destes, a produção de forrageiras de clima subtropical e tropical também se evidenciam, abrangendo áreas significativas e estão ligadas na base alimentar da pecuária brasileira. Na safra agrícola de 2018/19, divulgado no mês de setembro, verifica-se um crescimento de 6,4% na produção de grãos, passando de uma produção de 227,7 milhões de toneladas na safra anterior, para uma produção recorde estimada em 242,1 milhões de toneladas, representando um aumento de 14,5 milhões de toneladas, em 63,2 milhões de hectares, com acréscimo da área em 2,4% em relação à safra 2017/18 (CONAB, 2019).

A soja é a cultura mais produzida no Brasil, e possui grande importância no agronegócio brasileiro. No ranking mundial, o Brasil é o maior produtor, seguido dos Estados Unidos. A produção de soja na safra brasileira de 2018/19 foi de 115 milhões de toneladas em 35,9 milhões de hectares, apresentando uma produtividade média de 3,21 toneladas por hectare (CONAB, 2019). A utilização da soja se concentra principalmente na extração do óleo vegetal, sendo cerca de 20% do grão, e de seu subproduto, o farelo de soja, que possui em torno de 40% de teor de proteínas, do qual é destinado para alimentação humana e animal, e dentre outros diversos subprodutos a base de soja, como na fabricação de tintas, biocombustíveis, pneus, cosméticos (ESPINDOLA; CUNHA, 2015).

A produção do milho tem grande importância no consumo de forma direta na alimentação humana de países subdesenvolvidos e, principalmente na alimentação animal, sendo a principal fonte energética. Além do mais, o milho é matéria prima para produção de infinidades de produtos, como etanol, cervejas, plásticos, dentre outros (CONTINI et al., 2019). O Brasil se destaca sendo o terceiro maior produtor e segundo maior exportador mundial de milho. No Brasil, o milho é a segunda cultura de maior importância, sendo superado apenas pela soja, a produção na safra de 2018/19 foi de quase 100 milhões de toneladas, com produtividade de 5,71 toneladas por hectare, cultivado em cerca de 17,5 milhões de hectares. Na região Sul do país, o estado do Paraná se evidencia na produção do milho, sendo o segundo maior produtor, diante das estimativas da última safra, a produção desta *commodity* no estado foi de 16,7 milhões de toneladas em uma área de 2,6 milhões de hectares (CONAB, 2019).

O feijão é uma cultura de elevada importância social e econômica, sendo considerado a principal fonte proteica na alimentação humana, especialmente para população menos favorecida (OLIVEIRA et al., 2014). A produção brasileira de feijão na safra 2018/19 considerando as três safras, foi estimada em cerca de 3 milhões de toneladas. O estado do Paraná possui alta relevância na produção, sendo o principal produtor deste grão, principalmente na primeira e segunda safra e a produção do feijão total no estado foi de 613 mil toneladas, sendo cultivado em 395 mil hectares, com média de produtividade de 1,5 toneladas por hectare, superior à média nacional registrada em 1 tonelada por hectare (CONAB, 2019).

Embora seja um grão consumido com constância pelos brasileiros, e apesar de existir boa disponibilidade de variedades melhoradas e adaptadas a diferentes regiões, ainda há falta de sementes de qualidade utilizada pelos agricultores, sendo o grande fator que promove a redução da produtividade no país (POSSE et al., 2010).

O trigo se destaca dentre as culturas de inverno, por apresentar alto valor em carboidratos e proteínas, sendo essencial na alimentação humana e animal. No Brasil a produção de trigo na safra 2019 foi estimada em 5,4 milhões de toneladas, sendo cultivado em 2 milhões de hectares, com produtividade de 2,64 toneladas por hectare, sendo que a produção do trigo se concentra principalmente na região Sul do país, especialmente pela melhor adaptação das condições climáticas dessa região (CONAB, 2019).

No entanto, a produção do trigo ainda é insuficiente para atender a demanda interna do país, e para expandir a cultura em outras regiões do país e elevar a produção, nos últimos anos as empresas ampliaram as pesquisas, com propósito no desenvolvimento de cultivares com melhor adaptação do cultivo para diferentes regiões no Brasil, principalmente no Centro-Oeste e Nordeste (MINGOTI; HOLLER; SPADOTTO, 2014). Neste sentido, a produção do trigo é muito dependente das condições climáticas e acaba sendo variável de uma safra para outra, tornando-se necessário realizar estratégias de manejo mais eficientes para o sistema de cultivo, de modo a reduzir os riscos e também os custos da produção.

Frente a importância socioeconômica e o potencial de produção das culturas é possível obter maiores produtividades com a utilização da rotação de culturas e o uso das plantas de cobertura, garantindo assim a sustentabilidade dos sistemas de produção.

4.2 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

O plantio direto se iniciou há cerca de 40 anos atrás pelo produtor Herbert Bartz em Rolândia no estado do Paraná, depois de visitar os Estados Unidos e a Europa afim de buscar

alternativas em conter problemas erosivos. Diante disso, começou a dar início em sua propriedade as novas técnicas de cultivo, com o mínimo revolvimento e palhada sobre o solo. Nos anos seguintes, essas práticas foram intensificadas com outros produtores, e difundindo-se em todo o país, juntamente com o apoio do setor rural, fazendo com que o Brasil passasse a ser um dos maiores produtores e exportadores mundiais (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

A partir de então, a expressão “Plantio Direto” evoluiu-se para o conceito “Sistema de Plantio Direto (SPD)”, uma técnica mais aprofundada, que compõe várias estratégias em conjunto para se explorar de melhor forma os sistemas produtivos. O Brasil passou de 1 milhão de hectares em 1991 para 32 milhões de hectares no ano de 2012 sob áreas em manejo do SPD (FEBRAPDP, 2012).

O SPD é composto por três premissas básicas, sendo a manutenção de material vegetal sobre o solo, seja com plantas vivas ou mortas, rotação de culturas e o mínimo revolvimento do solo, onde que se restringe apenas à linha de semeadura (GOULART, 2009). O uso destas técnicas conservacionistas do solo sustenta a preservação das características físicas, químicas e biológicas do solo, sendo importantes na identificação da degradação ou melhorias no sistema solo. Destas características é importante destacar que uma depende da outra e não isoladamente, ou seja, favorecendo a qualidade física, colabora também indiretamente na qualidade biológica e química do solo (CUNHA et al., 2012).

Dentre os benefícios nos atributos físicos destacam-se, o aumento da porosidade que está ligado diretamente na maior resistência à compactação, aumento do armazenamento de água no solo, redução de processos erosivos, e assim garante que a camada mais fértil não seja levada com a água, melhorias na infiltração e armazenamento de água, proporcionado a maior segurança em períodos de estiagem (FRANCHINI et al., 2011). As características biológicas do solo são compostas pela presença e atividade de microrganismos, sendo responsáveis nas transformações físicas e químicas (CUNHA et al., 2012), como a ciclagem e reciclagem de nutrientes, a decomposição e transformação de materiais orgânicos em matéria orgânica, formação e estabilidade dos agregados de solo, e o controle biológico (FRANCHINI et al., 2011). No atributo químico, a rotação de culturas em conjunto com as demais práticas do SPD, pode otimizar a disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente do P, além de promover o incremento na matéria orgânica no solo e elevar a capacidade de trocas de cátions (CTC) (FRANCHINI et al., 2011).

O SPD é uma prática que direciona o agricultor a ter um planejamento com o manejo a médio e longo prazo, com o propósito de manter o solo com qualidade e maximizar o potencial

produtivo das culturas por área, promovendo a redução de abertura de novas áreas (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

4.3 PROBLEMAS NO PERÍODO DA ENTRESSAFRA

A opção de sucessão de culturas tem sido amplamente usada nas regiões do estado do Paraná, com cultivo de soja na primeira safra, e o milho ou feijão na safrinha, sendo pouco utilizado a rotação de culturas em meio dos sistemas de produção, o que contribui para que haja menor deposição de palhada sobre o solo (EMBRAPA, 2019). Outro problema frequente são áreas deixadas em pousio na entressafra verão/inverno, utilizado por produtores paranaenses que não pretendem realizar a semeadura da safrinha, com isso, o solo fica com pouco aporte de palhada diante da colheita da soja. Segundo Borges et al. (2014), as premissas iniciais estabelecidas para o sucesso do SPD não estão sendo cumpridas totalmente e o que prevalece é o plantio direto com baixa palhada.

A problemática de períodos em que o solo fica exposto na entressafra, com baixa adição de palhada, deve-se em função da superfície do solo ficar menos protegida contra a ação do impacto direto da gota de chuva, e faz com que ocorra o aumento do transporte na carga de sedimentos pelo escoamento superficial levando as camadas mais férteis do solo (PANACHUKI et al., 2011).

Diante do exposto, a ideia de encontrar a melhor época de semeadura, bem como também verificar o comportamento destas espécies em diferentes épocas se torna importante para ocupar estas áreas deixadas em pousio logo após a colheita da de verão, que pode ser após a colheita do feijão no mês de janeiro ou após a colheita da soja em fevereiro ou março.

A ausência destas práticas do SPD, também acarreta outros problemas como o surgimento de plantas daninhas de difícil controle, maior aparecimento e severidade de doenças e pragas, maior dependência de fertilizantes e corretivos, sendo o que potencializa a queda de rendimento produtivo das culturas comerciais, onerando os custos na produção.

4.4 PLANTAS DE COBERTURA

As plantas de cobertura trazem muitos benefícios, como o aumento da infiltração e armazenamento de água no solo pela decomposição das raízes, que posteriormente, geram canais preferenciais por onde a água infiltra com facilidade (ALGERI et al., 2018), propiciando maior estabilidade para os cultivos comerciais nos períodos de seca. Ademais, as espécies de

cobertura amortecem a energia cinética causada pelo impacto direto das gotas de chuva, reduzindo a destruição de agregados, a obstrução dos poros e o selamento superficial do solo (BRANCALIÃO; MORAES, 2008).

As espécies de cobertura aumentam a quantidade de água interceptada em períodos chuvosos e reduz a velocidade do escoamento superficial pelo aumento da rugosidade sobre o solo. Ainda, auxiliam na supressão do banco de sementes de plantas daninhas por meio de barreira física, reduzindo a infestação na cultura subsequente (BORGES et al., 2014), além de reduzir a amplitude térmica e conservar a umidade do solo (BRANCALIÃO; MORAES, 2008). Para Borges et al. (2014) o sucesso do sistema de produção depende da manutenção de plantas de cobertura que são capazes de gerar quantidade de biomassa suficiente para manter a superfície do solo protegido durante todo o ano.

A reciclagem de nutrientes pelas plantas de cobertura possui elevada importância para as culturas sucessoras, de modo a absorver nutrientes em camadas mais profundas e, depois, os liberam gradativamente em camadas superficiais através da decomposição e da mineralização dos seus resíduos vegetais (TORRES et al., 2008), o que pode colaborar para maior eficiência na utilização de fertilizantes no sistema produtivo (PACHECO et al., 2011).

4.4.1 Milheto (*Pennisetum glaucum*)

O milheto é uma gramínea anual de verão muito utilizado como cobertura na entressafra, e também pode ser utilizada na produção de grãos e na alimentação animal de gado de corte e leite (EMBRAPA, 2016). Destaca-se principalmente pelo seu crescimento rápido, elevada capacidade de ciclagem de nutrientes e a alta relação C/N que em conjunto com a grande produção de biomassa, eleva sua persistência sobre a superfície do solo (ALGERI et al., 2018). A produção de massa seca varia em torno de 8 a 15 toneladas por hectare (CALEGARI, 2019).

Outra característica de destaque do milheto é de seu sistema radicular profundo, podendo chegar a 3 metros de profundidade, o que permite alta capacidade de absorção e ciclagem de nutrientes (EMBRAPA, 2016), permitindo a liberação de forma mais lenta para cultura sucessora. Além do mais, é considerado uma planta rústica, pela sua alta adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e estresses hídricos (MARCANTE; CAMACHO; PAREDES, 2011).

O plantio do milheto pode ser realizado a lanço ou em linhas, com espaçamento de 17 a 34 cm entrelinhas (CALEGARI, 2019), e a taxa de semeadura recomenda-se de 15 a 40 kg de

sementes por hectare (EMBRAPA, 2016). O milho pode ser implantado nos meses de setembro a maio (CALEGARI, 2019).

4.4.2 Braquiária (*Urochloa brizantha*)

A braquiária é uma gramínea de ciclo perene, podendo ser utilizada como planta de cobertura e pastejo animal, apresenta como característica o sistema radicular profundo, o que favorece o melhor desenvolvimento de raízes da cultura sucessora e apresenta rusticidade, sendo capaz de suportar altas temperaturas e baixos índices pluviométricos (PACHECO et al., 2011).

Apesar de dispor de um crescimento inicial mais lento, apresenta destaque na elevada produtividade de matéria seca quando avaliada em intervalos mais longos em comparação com as outras espécies anuais de cobertura (PACHECO et al., 2008), podendo chegar de 12 a 16 toneladas por hectare de massa seca (CALEGARI, 2019), proporcionando uma quantidade significativa de palhada no sistema, e devido a sua relação C/N mais elevada, resultante da concentração de lignina em seus tecidos, o que propicia o retardamento na decomposição da palhada sobre o solo (NEPOMUCENO et al., 2012).

A semeadura da braquiária na entressafra pode ser a lanço, na fase de maturação da cultura de verão ou no plantio em pós colheita de verão, a taxa de semeadura utilizada varia de 7 a 12 kg de sementes por hectare. A época de semeadura para implantação da braquiária é de setembro a março (CALEGARI, 2019).

4.4.3 Crotalária (*Crotalaria juncea*)

As leguminosas possuem grande importância dentro do sistema produtivo como plantas de cobertura, pela capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico através de associações entre raízes e bactérias do gênero *Rhizobium* sp e libera-os para as culturas subsequentes (SILVA et al., 2009). A espécie mais utilizada dentre as leguminosas é a crotalária, por apresentar um ciclo relativamente curto, acumula grande quantidade de N em seu tecido vegetal (OLIVEIRA, 2014), e possui elevada produção de massa seca, de 10 a 15 toneladas por hectare (CALEGARI, 2019). No entanto, a decomposição da palhada de leguminosas são mais aceleradas, devido a menor relação de C/N, havendo uma baixa persistência sobre o solo em comparação com as demais gramíneas, como o milho e a braquiária (SOUZA; CARNEIRO; BANYS, 2008).

Estudos realizados por Cava (2008), demonstrou que a *C. juncea* foi mais eficiente na supressão de plantas daninhas pelo seu crescimento rápido do que as espécies *C. spectabilis* e *C. canavalia*. Ainda, as espécies do gênero *Crotalaria* se destacam por serem capazes de controlar áreas infestadas por nematoides do solo, sendo uma alternativa cultural de controle, através da produção de compostos alelopáticos que são tóxicos a esses patógenos (OLIVEIRA, 2014).

A taxa de semeadura da crotalária é 25 a 30 kg por hectare, com espaçamento na entrelinha em torno de 25 a 50 cm entrelinhas e também pode ser semeada a lanço, utiliza-se 20% a mais do que o recomendado para semeadura no sulco. A crotalária é semeada nos meses de setembro até março (CALEGARI, 2019).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) (Figura 1), Campus Dois Vizinhos, coordenadas de 25° 42' 4'' de latitude S e 53° 5' 43'' de longitude W, com altitude média de 520 metros. A classificação do solo da área é do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico (BHERING et al., 2009).



Figura 1 – Representação da área experimental. Fonte: Google Maps (2019).

Segundo Köppen, o clima predominante é o do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresentando temperaturas médias anuais em torno de 19 °C e 20 °C (ALVARES et al., 2013). A pluviosidade média anual situa-se entre 1800 à 2200 mm (IAPAR, 2019). Os dados de temperatura e precipitação observados durante o experimento são mostrados na Figura 2. Nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril respectivamente houve precipitação de 98, 206, 115 e 126 mm (Figura 2).

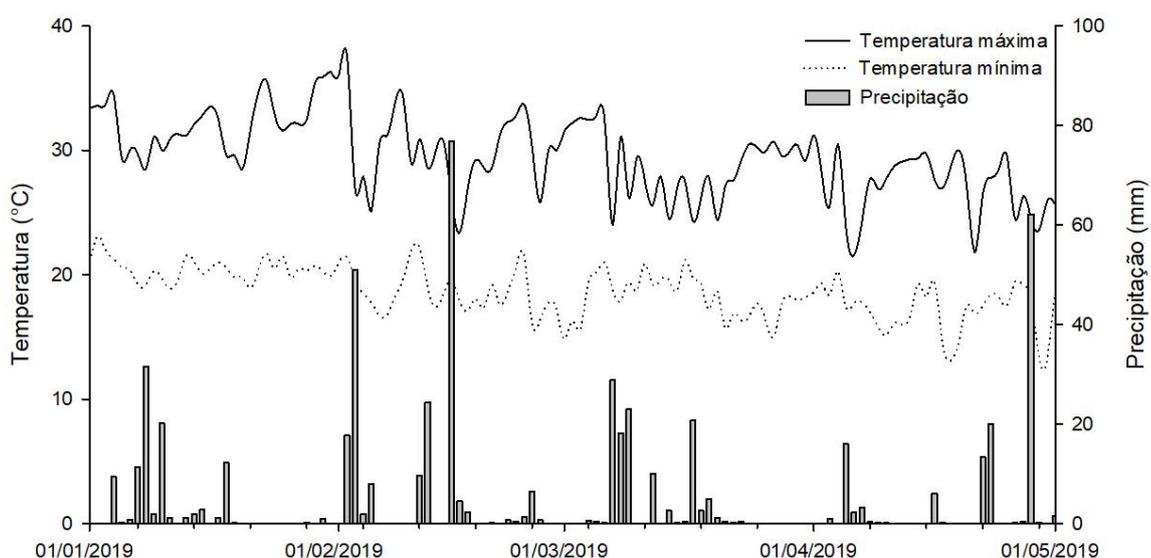


Figura 2 – Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação no município de Dois Vizinhos-PR durante a condução do experimento. Fonte: Inmet (2019).

5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

As plantas de cobertura foram semeadas em três épocas de semeadura (02/01; 02/02 e 02/03) no ano de 2019, em função da colheita do feijão de variedade ANfc 9 com ciclo de 88 à 94 dias (semeado dia 26/09), soja de cultivar NS 5445 IPRO com ciclo de maturação 5.4 (até 110 dias), sendo semeada no cedo (21/09) e em período mais tardio (23/10). As parcelas possuíam dimensões de 40 metros de comprimento por 4,5 metros de largura, totalizando 180 m². O delineamento experimental utilizado para cada época de semeadura foi de blocos ao caso em esquema bifatorial 3x3, sendo o fator A composto pelas plantas de cobertura (*Urochloa brizantha* cultivar Xaraés, *Crotalaria juncea* cultivar IAC-KR-1 e *Pennisetum glaucum* cultivar ANm 38,) e o Fator B composto por três períodos de avaliação durante o desenvolvimento das plantas (28/03; 12/04 e 29/04) (subparcelas), com três repetições.

5.2.1 Tratos culturais

Previamente a semeadura das plantas de cobertura foi realizada dessecação na área com herbicida glyphosate – ZappQI® (1000 g i.a. ha⁻¹) a fim de controlar as plantas daninhas. As plantas de cobertura foram semeadas através de semeadora de fluxo contínuo com espaçamento de 22 cm entre linhas e profundidade de semeadura de 2 cm, sem adubação. Em relação a taxa de semeadura, foi utilizada 13, 25 e 24 kg ha⁻¹ de *U. brizantha*, *C. juncea* e *P. glaucum*, respectivamente.

5.3 VARIÁVEIS AVALIADAS

As plantas de cobertura foram avaliadas através das seguintes variáveis: altura de planta (medindo a altura de 10 plantas da parcela e expresso em cm); massa da matéria verde (kg ha⁻¹), cortando-se dois pontos de 1 metro linear por subparcela experimental; e massa da matéria seca (kg ha⁻¹), onde através da amostra da determinação da massa verde, a mesma foi seca em estufa a 60°C até peso constante. Ao final do experimento foi determinado a produção total de biomassa de cada tratamento, para as espécies de cobertura semeadas em 02/01 (117 dias após a semeadura (DAS)), em 02/02 (86 DAS) e em 02/03 (58 DAS)).

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e constatado efeito significativo, as médias do fator foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2008) para análise dos dados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância (ANOVA) apontou interação entre os fatores avaliados (espécies x períodos de avaliação) para a variável altura de plantas, massa verde e massa seca, em cada época de semeadura.

Quando as plantas de cobertura foram semeadas no mês de janeiro, a *U. brizantha* apresentou maior altura aos 117 DAS em relação aos 100 DAS e aos 85 DAS. Já para a *C. juncea* aos 100 e 117 DAS, exibiram maior altura do que aos 85 DAS, comportamento semelhante é visto para o *P. glaucum*. A *C. juncea* e *P. glaucum* exibiram maior altura em todos períodos de avaliação em relação a *U. brizantha* (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de plantas em cada época de semeadura em função da espécie de cobertura e período de avaliação. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.

Plantas de Cobertura	Altura de Planta (cm)		
	02/Jan		
	85 DAS 28/Mar	100 DAS 12/Abr	117 DAS 29/Abr
<i>U. brizantha</i>	95,00 Bc	118,13 Bb	138,00 Ba
<i>C. juncea</i>	205,30 Ab	221,90 Aa	221,90 Aa
<i>P. glaucum</i>	201,37 Ab	220,57 Aa	222,67 Aa
CV (%)	3,32		
Plantas de Cobertura	02/Fev		
	54 DAS 28/Mar	69 DAS 12/Abr	86 DAS 29/Abr
	<i>U. brizantha</i>	75,23 Bc	88,67 Cb
<i>C. juncea</i>	156,80 Ac	191,83 Ab	210,47 Aa
<i>P. glaucum</i>	156,63 Ac	174,47 Bb	205,17 Aa
CV (%)	3,09		
Plantas de Cobertura	02/Mar		
	26 DAS 28/Mar	41 DAS 12/Abr	58 DAS 29/Abr
	<i>U. brizantha</i>	11,50 Bc	24,23 Cb
<i>C. juncea</i>	25,63 Ac	63,73 Bb	116,10 Ba
<i>P. glaucum</i>	22,63 Ac	71,00 Ab	152,43 Aa
CV (%)	5,52		

DAS- dias após a semeadura; Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada época de semeadura, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV= coeficiente de variação.

Na semeadura no mês de fevereiro, a maior altura exibida pela *U. brizantha* foi aos 86 DAS em relação aos 69 DAS e 54 DAS, resultado semelhante é observado para a *C. juncea* e *P. glaucum*. Em relação a comparação entre as espécies de cobertura, o primeiro período de avaliação (54 DAS) a *C. juncea* e *P. glaucum* apresentaram maior altura do que a *U. brizantha*, comportamento semelhante é observado no terceiro período de avaliação (86 DAS). No entanto, no segundo período de avaliação (69 DAS), ressalta-se o potencial de crescimento da *C. juncea*, na qual cresceu em média 2,78 cm por dia, em relação ao *P. glaucum* e *U. brizantha*, nos quais cresceram em média 2,53 e 1,29 cm por dia respectivamente (Tabela 1). Observa-se na Figura 3 o desenvolvimento inicial das espécies de cobertura estabelecidas no mês de fevereiro aos 12 DAS.

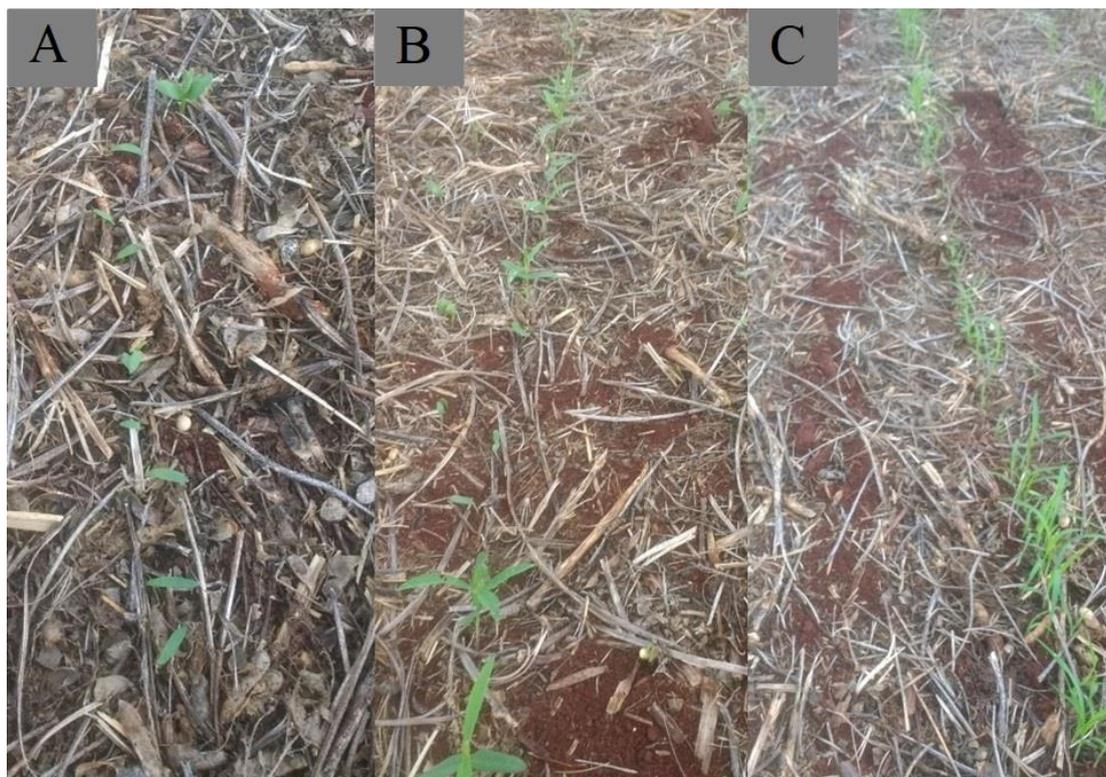


Figura 3. Desenvolvimento inicial das plantas de cobertura estabelecidas no mês de fevereiro aos 12 DAS. (A) *U. brizantha*; (B) *C. juncea*; (C) *P. glaucum*. Autoria própria (2019).

Ao analisar o comportamento das espécies de cobertura semeadas no mês de março, a *U. brizantha*, *C. juncea* e *P. glaucum* exibiram maior altura no terceiro período de avaliação (58 DAS), no qual apresentou diferença significativa em comparação com segundo período de avaliação (41 DAS) e primeiro período de avaliação (26 DAS). Ao comparar as espécies em cada período de avaliação, a *C. juncea* e *P. glaucum* demonstraram maior altura aos 26 DAS com média de 25,6 cm em relação a *U. brizantha*, com 11,5 cm. Aos 41 DAS, o *P. glaucum* se diferiu da *C. juncea*, na qual também apresentou diferença estatística da *U. brizantha*, este comportamento também se assemelha aos 58 DAS (Tabela 1).

Destaca-se que a *U. brizantha* apresenta um hábito de crescimento cespitoso (RIBEIRO et al., 2016) e a *C. juncea* e *P. glaucum* exibem hábito de crescimento ereto (CALEGARI, 2019). Além disso, a *U. brizantha* dispõe de uma fase inicial de perfilhamento e posteriormente ocorre a fase de alongamento, este comportamento pode explicar o crescimento inicial mais lento que a *U. brizantha* apresenta (DA GAMA-RODRIGUES et al., 2002), o que justifica a menor altura inicial e posteriormente o rápido incremento de crescimento quando comparado com as demais espécies estudadas.

De modo geral, as espécies *C. juncea* e *P. glaucum* exibiram maior crescimento em relação a *U. brizantha*, nos diferentes períodos de avaliação e épocas de semeadura (Tabela 1).

Plantas com crescimento inicial mais rápido é um aspecto importante na supressão de plantas daninhas, pelo rápido fechamento de entrelinhas, de forma que diminua a incidência de luz sobre o solo, tornando ambiente desfavorável para germinação e desenvolvimento de plantas daninhas (RODRIGUES et al., 2010).

Para semeadura no mês de janeiro, no decorrer dos períodos de avaliação, a *U. brizantha* e o *P. glaucum* apresentaram comportamento semelhante aos 100 e 117 DAS, nos quais produziram maior quantidade de massa verde em relação aos 85 DAS. O acúmulo de massa verde da *C. juncea* não exibiu diferença estatística entre os períodos de avaliação, sendo semelhante ao longo do tempo, com média de 34.171 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Este comportamento possivelmente está relacionado em função da *C. juncea* já estar em fase reprodutivo aos 85 DAS quando semeada em janeiro.

O *P. glaucum* se destaca na produtividade de massa verde em todos períodos de avaliação na semeadura no mês de janeiro, seguido da *U. brizantha* e da *C. juncea*, na qual apresentou menor produtividade aos 100 e 117 DAS, no entanto no primeiro período de avaliação (85 DAS), a mesma não se diferiu da *U. brizantha* (Tabela 2). Pereira et al. (2017) ao avaliar a *C. juncea* aos 120 DAS no estado do Rio Grande do Sul, encontraram uma produtividade de 66.670 kg ha⁻¹ de massa verde, sendo superior aos resultados do presente estudo, no qual exibiu 34.667 kg ha⁻¹ aos 117 DAS. Esta diferença pode ter sucedido pela data de semeadura da espécie, sendo realizada em dezembro, com persistência de dias mais longos do que a data de semeadura do presente estudo.

Quando as espécies foram estabelecidas no mês de fevereiro, o acúmulo de massa verde para *C. juncea* e *P. glaucum* aumentou ao longo dos períodos. Para *U. brizantha* nota-se que no segundo e terceiro período (69 e 86 DAS respectivamente), não houve diferença significativa, entretanto, se diferiram do primeiro período de avaliação (54 DAS), o qual apresentou menor acúmulo de biomassa. O *P. glaucum* e a *U. brizantha* obteve maior produtividade de massa verde aos 69 e 86 DAS e se diferiram da *C. juncea*, exceto aos 54 DAS, o qual *P. glaucum* foi superior a *U. brizantha* e *C. juncea*, nas quais apresentaram menor acúmulo de massa verde (Tabela 2).

Tabela 2. Massa verde das plantas em cada época de semeadura em função da espécie de cobertura e período de avaliação. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.

Plantas de Cobertura	Massa Verde (kg ha ⁻¹)		
	02/Jan		
	85 DAS 28/Mar	100 DAS 12/Abr	117 DAS 29/Abr
<i>U. brizantha</i>	30.909,09 Bb	43.133,33 Ba	44.212,33 Ba
<i>C. juncea</i>	33.181,82 Ba	34.666,67 Ca	34.666,67 Ca
<i>P. glaucum</i>	62.196,97 Ab	69.939,39 Aa	72.606,06 Aa
CV (%)	5,32		
Plantas de Cobertura	02/Fev		
	54 DAS 28/Mar	69 DAS 12/Abr	86 DAS 29/Abr
	<i>U. brizantha</i>	18.439,39 Bb	43.363,64 Aa
<i>C. juncea</i>	22.878,79 Bc	28.696,97 Bb	37.272,73 Ba
<i>P. glaucum</i>	28.818,18 Ac	41.969,70 Ab	49.909,09 Aa
CV (%)	7,39		
Plantas de Cobertura	02/Mar		
	26 DAS 28/Mar	41 DAS 12/Abr	58 DAS 29/Abr
	<i>U. brizantha</i>	404,55 Ac	3.484,85 Bb
<i>C. juncea</i>	1.881,82 Ac	5.696,97 Bb	13.575,76 Ba
<i>P. glaucum</i>	2.106,06 Ac	10.927,27 Ab	23.166,67 Aa
CV (%)	13,14		

DAS- dias após a semeadura; Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada época de semeadura, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV= coeficiente de variação.

Em relação a semeadura no mês de março, as espécies *U. brizantha*, *C. juncea* e *P. glaucum*, apresentaram acúmulo linear de massa verde ao longo de todos períodos de avaliação (26, 41 e 58 DAS respectivamente). No primeiro período de avaliação (26 DAS) as espécies de cobertura não se diferiram entre si, porém, no segundo e terceiro período de avaliação (41 e 58 DAS respectivamente), o *P. glaucum* exibiu maior produtividade de massa verde em comparação com a *U. brizantha* e *C. juncea* (Tabela 2).

De Carvalho et al. (2013) ao avaliarem a produtividade de massa verde do *P. glaucum* e *C. juncea*, nas quais foram semeadas na primeira quinzena de março em Minas Gerais, evidenciaram valores de 3.371 e 2.676 kg ha⁻¹ respectivamente aos 75 e 121 dias respectivamente, sendo inferiores ao do presente trabalho, no qual apresentou resultados para ambas espécies de 23.167 e 13.576 kg ha⁻¹ respectivamente aos 58 DAS. Este resultado pode ter ocorrido em função das características edafoclimáticas da região de Minas Gerais, onde se tem grandes períodos de seca no período outono/inverno.

Nota-se na Figura 4 o desenvolvimento das espécies de cobertura estabelecidas no mês de março aos 41 DAS. A maior produtividade de massa verde do *P. glaucum* nos diferentes períodos de avaliações e épocas de semeadura, está relacionado ao seu rápido desenvolvimento e elevada produção de biomassa (PACHECO et al, 2011), ainda, é considerada uma planta rústica pela sua alta adaptabilidade (MARCANTE; CAMACHO; PAREDES, 2011), sendo uma ótima opção para ser utilizado na entressafra de soja ou feijão/trigo. Algeri et al. (2018), relataram maior velocidade de cobertura do solo para o *P. glaucum*, sendo superior a *U. brizantha* e *C. juncea*.

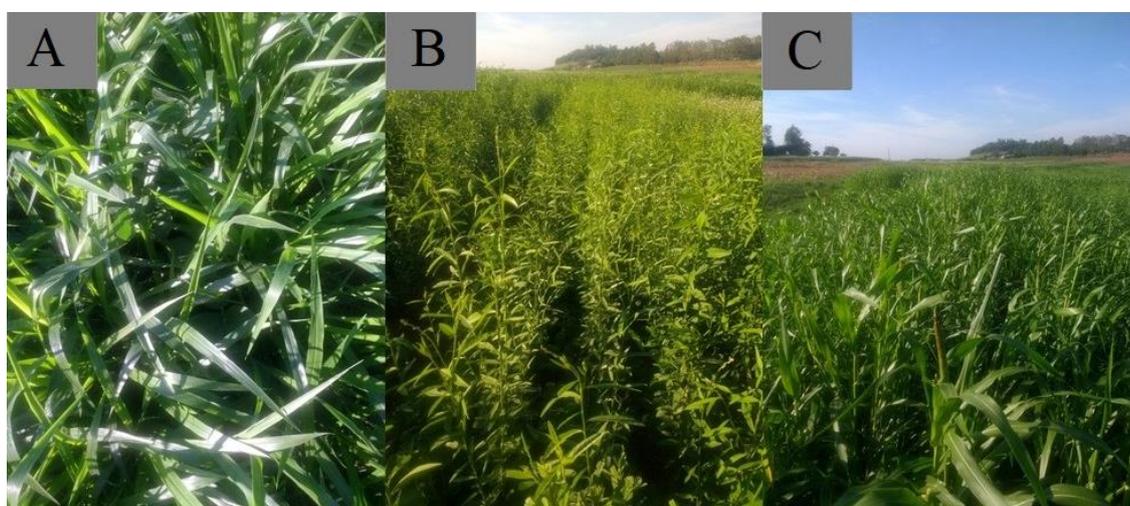


Figura 4. Desenvolvimento das plantas de cobertura estabelecidas no mês de março aos 41 DAS. (A) *U. brizantha*; (B) *C. juncea*; (C) *P. glaucum*. Autoria própria (2019).

A *C. juncea* é apontada como uma das espécies leguminosas com mais rápido desenvolvimento inicial e possuem elevada importância dentro do sistema produtivo, pela capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico (SILVA et al., 2009; OLIVEIRA, 2014). No entanto, o menor incremento de biomassa verde da *C. juncea* em relação ao *P. glaucum* e *U. brizantha*, está relacionado ao fotoperíodo, no qual a *C. juncea* é uma espécie mais sensível ao encurtamento dos dias. Estudos realizados por Timossi et al. (2014) apontam que quando a *C. juncea* foi semeada nos meses de março e abril, houve encurtamento do ciclo, justificando a baixa produção de biomassa.

A *U. brizantha* apresenta um ciclo mais longo do que as demais espécies do estudo, sendo uma espécie perene (CALEGARI, 2019), na qual dispõe de menor acúmulo de biomassa nos períodos iniciais e posteriormente rápido incremento de acúmulo de biomassa (DA GAMA-RODRIGUES et al., 2002).

Na semeadura das espécies de cobertura no mês de janeiro, nota-se que o *P. glaucum* exibe acúmulo de massa seca similar ao longo do tempo, e não apresentou diferença significativa entre os períodos de avaliação. Já para as espécies *U. brizantha* e *C. juncea* exibiram maior quantidade de massa seca nos dois últimos períodos de avaliação (100 e 117 DAS) em comparação ao primeiro período (85 DAS), no qual ambas espécies produziram menos massa seca (Tabela 3). Isso pode ser explicado pelo fato do *P. glaucum* já estar em fase reprodutivo aos 85 DAS quando semeado em janeiro.

Tabela 3. Massa seca de plantas em cada época de semeadura em função da espécie de cobertura e período de avaliação. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.

Plantas de Cobertura	Massa Seca (kg ha ⁻¹)		
	02/Jan		
	85 DAS 28/Mar	100 DAS 12/Abr	117 DAS 29/Abr
<i>U. brizantha</i>	7.943,04 Bb	11.383,93 Ba	11.676,67 Ba
<i>C. juncea</i>	7.462,68 Bb	9.018,29 Ca	8.800,00 Ca
<i>P. glaucum</i>	14.181,88 Aa	15.021,97 Aa	14.611,46 Aa
CV (%)	4,63		
Plantas de Cobertura	02/Fev		
	54 DAS 28/Mar	69 DAS 12/Abr	86 DAS 29/Abr
	<i>U. brizantha</i>	3.384,04 Bb	8.024,51 Ba
<i>C. juncea</i>	4.533,55 ABb	5.990,51 Cb	8.217,37 Ba
<i>P. glaucum</i>	5.517,05 Ac	9.914,80 Ab	14.154,56 Aa
CV (%)	9,76		
Plantas de Cobertura	02/Mar		
	26 DAS 28/Mar	41 DAS 12/Abr	58 DAS 29/Abr
	<i>U. brizantha</i>	84,76 Ac	516,27 Cb
<i>C. juncea</i>	334,85 Ac	1.192,66 Bb	2.554,80 Ba
<i>P. glaucum</i>	399,42 Ac	1.534,97 Ab	4.200,00 Aa
CV (%)	10,87		

DAS- dias após a semeadura; Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada época de semeadura, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV= coeficiente de variação.

Destaca-se a produtividade de massa seca na semeadura no mês de janeiro do *P. glaucum* no primeiro período de avaliação (85 DAS), com 14.182 kg ha⁻¹ em relação a *U. brizantha* e *C. juncea*, nas quais produziram 7.943 e 7.463 kg ha⁻¹ respectivamente. No segundo, para o terceiro período de avaliação (100 e 117 DAS), o *P. glaucum* continua apresentando maior produtividade de massa seca, porém, a *U. brizantha* também obteve diferença

significativa em relação a *C. juncea*, sendo esta na qual exibiu menor produtividade de massa seca (Tabela 3).

Do ponto de vista de manejo, o *P. glaucum* poderia ser manejado para semeadura de outra espécie de planta de cobertura ou uma cultura de interesse como Canola, no final de março para a semeadura de 02 de janeiro. Na Figura 5, pode-se observar o desenvolvimento das plantas de cobertura estabelecidas no mês de janeiro aos 117 DAS.

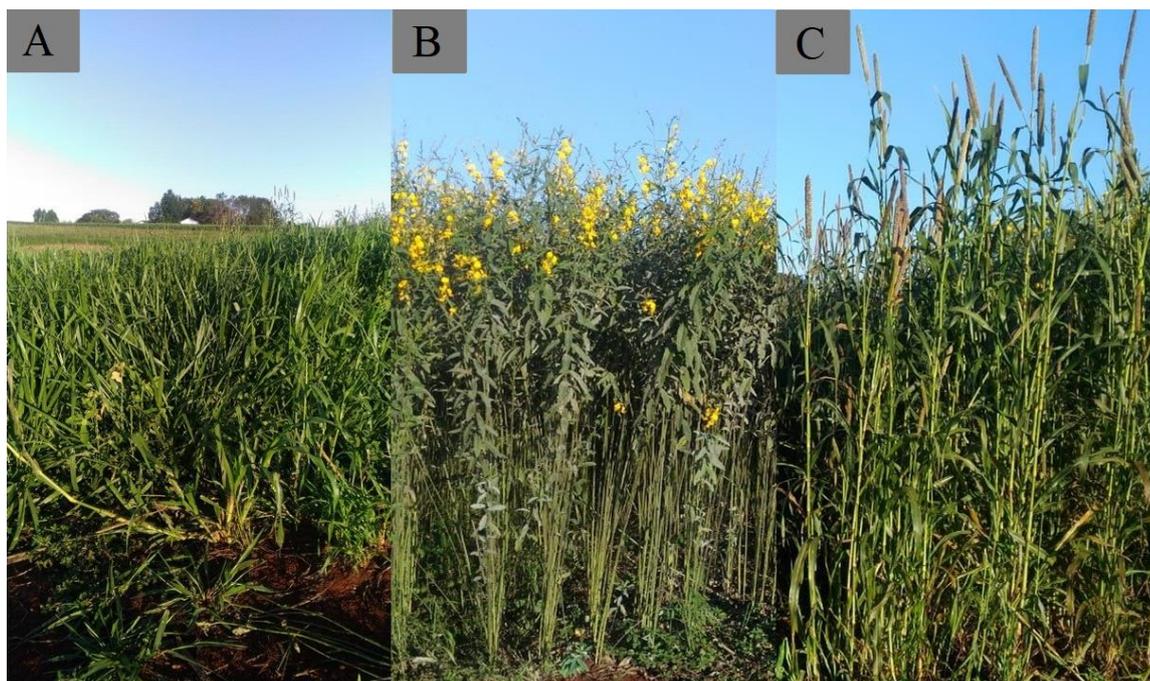


Figura 5. Desenvolvimento das plantas de cobertura estabelecidas no mês de janeiro aos 117 DAS. (A) *U. brizantha*; (B) *C. juncea*; (C) *P. glaucum*. Autoria própria (2019).

Observa-se na semeadura no mês de fevereiro, que a *U. brizantha* apresentou significativa produtividade de massa seca nos dois últimos períodos de avaliação (69 e 86 DAS), com média de 8.301 kg ha⁻¹ em comparação com primeiro período 3.384 kg ha⁻¹ (54 DAS). Para *C. juncea*, o maior acúmulo foi visto aos 86 DAS em relação aos dois primeiros períodos de avaliação (54 e 69 DAS), com incremento de 2.227 kg ha⁻¹ de massa seca entre os dois últimos períodos de avaliação. Já para o *P. glaucum*, o maior acúmulo de massa seca foi exibido no último período (86 DAS), se diferenciando estaticamente do segundo e primeiro período de avaliação, no qual apresentou menor acúmulo (Tabela 3).

Com relação a produtividade de massa seca entre as espécies estudadas na semeadura no mês de fevereiro, o *P. glaucum* exibiu diferença significativa em relação a *U. brizantha* no primeiro período de avaliação (54 DAS), no entanto, a *C. juncea* não apresentou diferença

significativa entre ambas espécies. No segundo período de avaliação (69 DAS), o *P. glaucum* continua apresentando maior produtividade de massa seca, ainda, a *U. brizantha* também se diferiu da *C. juncea*. Comportamento semelhante dos primeiros períodos (54 e 69 DAS) são vistos no último período de avaliação (86 DAS) para o *P. glaucum*, apresentando 165 kg MS ha⁻¹ por dia, sendo superior as demais espécies de cobertura, porém, a *U. brizantha* e *C. juncea* não obtiveram diferença estatística entre elas, onde as quais produziram 99 e 96 kg MS ha⁻¹ por dia respectivamente (Tabela 3).

Ao analisar o estabelecimento das espécies de cobertura no mês de março, o acúmulo de massa seca ao longo do tempo de ambas espécies foi maior no último período de avaliação (58 DAS), em relação ao segundo (41 DAS) e o primeiro período de avaliação (26 DAS), este no qual obteve menor acúmulo de massa seca. No que tange a produtividade de massa seca entre as espécies, ambas espécies estudadas não apresentaram diferença estatística no primeiro período de avaliação (26 DAS). Já no segundo período de avaliação (41 DAS), o *P. glaucum* foi superior à *C. juncea*, na qual também se diferiu da *U. brizantha*. Este comportamento também é visto no terceiro período de avaliação (58 DAS) (Tabela 3).

Pacheco et al. (2011) ao avaliarem espécies de coberturas semeadas no mês de março, relataram produtividade de massa seca para *U. brizantha* e *P. glaucum* de 2.100 e 3.619 kg ha⁻¹ respectivamente aos 60 DAS, sendo semelhantes ao do presente estudo, no qual apresentou 2.220 e 4.200 kg ha⁻¹ respectivamente aos 58 DAS. Ainda, os autores destacam que os baixos valores de fitomassa seca encontrados nesse período, está correlacionado com a data de semeadura mais tardia das espécies de cobertura, em função da persistência de dias mais curtos.

Oliveira et al. (2017), ao avaliarem as espécies *U. brizantha*, *C. juncea* e *P. glaucum* aos 45 DAS, nas quais foram semeadas no mês de abril, apresentaram produtividade de 500, 1.400 e 1.600 kg ha⁻¹ respectivamente. Este resultado é similar ao encontrado no presente estudo na semeadura no mês de março aos 41 DAS, com maiores rendimentos para *P. glaucum* em relação a *C. juncea* e *U. brizantha*.

O *P. glaucum* foi a espécie que produziu maior quantidade de massa seca nos diferentes períodos de avaliação e épocas de semeadura, neste sentido, mostra-se a possibilidade de uso em entressafras curtas, podendo ser dessecado a partir de 85 DAS.

Considerando em que o *P. glaucum* e a *U. brizantha* absorvem o N do solo, a *C. juncea* obtém parte do N, através do processo de fixação biológica de nitrogênio, o que destaca a importância da adoção de leguminosas no sistema de produção (FERREIRA et al., 2011).

A *U. brizantha* necessita de um período de estabelecimento maior na janela de entressafra em função de ser uma espécie perene (CALEGARI, 2019), com desenvolvimento

inicial mais lento em relação as demais espécies anuais (DA GAMA-RODRIGUES et al., 2002). No entanto, essa característica não inviabiliza sua adoção pela sua alta capacidade de acúmulo de massa seca no decorrer do seu desenvolvimento. Segundo Pacheco et al. (2011), evidenciaram que *U. brizantha* apresenta acúmulo linear de fitomassa seca, o que auxiliou para que esta espécie superasse o *P. glaucum* aos 180 e 200 DAS.

O *P. glaucum* foi a espécie que obteve maior produtividade total de massa verde, independente dos diferentes dias após a semeadura e épocas de estabelecimento, seguido da *U. brizantha* e da *C. juncea*, na qual obteve menor produtividade quando semeada no mês de janeiro (117 DAS) e no mês de fevereiro (86 DAS). No entanto, na semeadura no mês de março (58 DAS), as espécies *U. brizantha* e *C. juncea* não se diferiram entre si (Tabela 4).

Tabela 4. Produção final de biomassa verde e seca das plantas de cobertura em cada época de semeadura. Dois Vizinhos – Brasil, UTFPR, 2019.

Plantas de Cobertura	Massa verde total (kg ha ⁻¹)		
	117 DAS 02/Jan	86 DAS 02/Fev	58 DAS 02/Mar
<i>U. brizantha</i>	44.212,33 Ba	45.666,67 Ba	11.666,67 Bb
<i>C. juncea</i>	34.666,67 Ca	37.272,73 Ca	13.575,76 Bb
<i>P. glaucum</i>	72.606,06 Aa	49.909,09 Ab	23.166,67 Ac
CV (%)	5,19		
Plantas de Cobertura	Massa seca total (kg ha ⁻¹)		
	117 DAS 02/Jan	86 DAS 02/Fev	58 DAS 02/Mar
<i>U. brizantha</i>	11.676,67 Ba	8.577,52 Bb	2.220,08 Bc
<i>C. juncea</i>	8.800,00 Ca	8.217,37 Ba	2.554,80 Bb
<i>P. glaucum</i>	14.611,46 Aa	14.154,56 Aa	4.200,00 Ab
CV (%)	6,40		

DAS- dias após a semeadura; Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV= coeficiente de variação.

Em relação a produtividade total de massa verde em cada época de semeadura, o *P. glaucum* apresentou maior produtividade em janeiro (117 DAS) com 72.606 kg ha⁻¹ em relação a semeadura em fevereiro (86 DAS) (49.909 kg ha⁻¹), na qual também se diferiu da semeadura do mês de março (58 DAS) (23.167 kg ha⁻¹). A *U. brizantha* e *C. juncea* exibiram comportamento similar, nas quais não se diferiram quando foram semeadas em janeiro (117 DAS) e fevereiro (86 DAS), no entanto, ambas espécies se diferiram quando foram estabelecidas em março (58 DAS), onde apresentou menor produtividade (Tabela 4).

Para produtividade total de massa seca, o *P. glaucum* exibiu maior produtividade na semeadura em janeiro (117 DAS), em relação a *U. brizantha* e a *C. juncea*, sendo esta na qual exibiu menor produtividade em relação as demais espécies. Na semeadura em fevereiro (86 DAS) e março (58 DAS), o *P. glaucum* continua sendo superior em relação as outras espécies, no entanto a *U. brizantha* e *C. juncea* não apresentaram diferença significativa (Tabela 4).

O *P. glaucum* e a *C. juncea* não apresentaram diferença significativa quando foram estabelecidos em janeiro (117 DAS) e fevereiro (86 DAS), porém, se diferiram quando foram estabelecidos em março (54 DAS), onde exibiram menor produtividade. Já a *U. brizantha* exibiu maior produtividade na semeadura em janeiro (117 DAS) do que em comparação do estabelecimento em fevereiro (86 DAS) e março (54 DAS), sendo este no qual exibiu menor produtividade (Tabela 4).

Resultados encontrados por Pires et al. (2020) corroboram aos encontrados do presente trabalho, pois em estudos realizados com as espécies de cobertura aos 105 DAS, semeadas no mês de março, os autores constataram maior produtividade de biomassa seca total para o *P. glaucum* em relação a *U. brizantha*, *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*.

De Sousa et al. (2019) ao avaliarem as espécies de cobertura semeadas no mês de janeiro aos 183 DAS, encontraram resultados diferentes, onde a *C. juncea* foi superior a *U. ruziziensis* e *P. glaucum*, sendo este no qual obteve menor produtividade. Este resultado possivelmente está associado a maior persistência de dias das espécies a campo, no qual a *C. juncea* e *U. ruziziensis* disponha de mais dias para obter maior acúmulo de biomassa seca em relação ao *P. glaucum*.

Apesar de não ter feito a comparação entre as épocas de semeadura, nota-se que as espécies de cobertura semeadas no mês de março apresentaram menor crescimento, acúmulo de massa verde e seca ao decorrer dos períodos de avaliações (Tabela 1, 2 e 3) e menor produção de biomassa total verde e seca (Tabela 4). Este fato pode ter ocorrido devido a redução do fotoperíodo e temperatura nesta época de semeadura.

Estudos realizados por Oliveira et al. (2017) no mês de abril, avaliando o estabelecimento das espécies *P. glaucum*, *U. brizantha* e *C. juncea* em quatro épocas de semeadura, os autores relataram que quando as espécies foram semeadas mais tardiamente, a produtividade foi comprometida, sendo este comportamento observado no presente estudo. Barbosa et al. (2013) também relataram redução de produtividade de biomassa seca total das espécies de cobertura, quando avaliaram duas épocas de semeadura (março e abril), onde a última época de semeadura gerou forte impacto negativo na produtividade das espécies *U. brizantha* e *C. juncea*.

O desenvolvimento e produtividade de biomassa das plantas de cobertura, uma vez que a época de semeadura assim como em todas as culturas de grãos, para as plantas de cobertura também gera efeito direto em função do fotoperíodo e temperatura. Essa reposta se torna importante na tomada de decisão da escolha da espécie com maior potencial produtivo de biomassa de acordo com a situação do produtor, permitindo assim agregar vantagens ao sistema produtivo.

Contudo, para entressafras dos cultivos de verão/inverno curtas e/ou longas, pode-se inserir o *P. glaucum*, pois esta espécie possui possibilidade de manejo em curto período de desenvolvimento, ainda, pode-se a explora-la por mais alguns dias, a fim de obter mais incremento de biomassa seca.

Em relação a *U. brizantha* e *C. juncea*, ambas espécies necessitam de mais dias para incremento de biomassa seca em relação ao *P. glaucum* o que inviabiliza o seu estabelecimento quando a entressafra entre os cultivos comerciais é curta. Por isso, o melhor aproveitamento destas espécies, seria em entressafras mais longas, com isto existiria um maior período para se desenvolverem e produzirem maior quantidade de biomassa seca. Ainda, poderia utilizar o mix das espécies estudadas para ocupar o período de inverno, uma vez que a *U. brizantha* dependendo da cultivar resiste bem a possíveis ocorrências de geadas.

7 CONCLUSÃO

O *P. glaucum* apresentou maior produção de biomassa verde e seca em relação as demais espécies de cobertura, independente da época de semeadura, sendo uma possibilidade de implantação em entressafras curtas entre os cultivos comerciais de verão e inverno.

A *U. brizantha* e *C. juncea* necessitam de maior período de desenvolvimento para obter maior incremento de massa seca e se tornam viáveis em entressafras mais longas, sendo superiores a 90 dias entre os cultivos comerciais de verão e inverno.

As espécies semeadas no mês de março apresentaram menor crescimento, acúmulo de massa verde e seca, devido a redução do fotoperíodo e temperatura nesta época de semeadura.

8 REFERÊNCIAS

ALGERI, A.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; REIS, R. G. E. Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e crotalária cultivados em cultura pura e consorciados. **Global Science and Technology**, v.11, n.02, p.112-125, 2018.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; **Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil**. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart. 2013.

BARBOSA, C. E. M.; LAZARINI, E.; PICOLI, P. R. F.; FERRARI, S.; ALBERTON, J. V. Análise da matéria seca em culturas de entressafra sob efeito da palha em região de Cerrado e fitossociologia da comunidade infestante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.12, n. 1, p. 39-50, 2013.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G.; CARVALHO JUNIOR, W. D.; CHAGAS, C. D. S.; SILVA, J. D. S. **Mapa de solos do Estado do Paraná**, legenda atualizada. 2009.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, v. 32, n.4, 2014.

BRANCALIÃO, S.R.; MORAES, M.H. Alterações de alguns atributos físicos e das frações húmicas de um Nitossolo Vermelho na sucessão milheto-soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 393-404, 2008.

CALEGARI, A. Solo Vivo: **Manejo Integrado De Solos. Guia técnico de plantas de cobertura**. ed 5. 2019. Disponível em: <<http://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/Solo-Vivo-%E2%80%93-Manejo-integrado-de-solos.pdf>>. Acesso em: 8 Set. 2019.

CAVA, M. G. B. **Adubos verdes para a renovação de canaviais no sudeste goiano**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA CADEIA PRODUTIVA DA CANA, 2., 2008, Uberaba. Anais... Uberaba: FAZU, 2008.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 23 Set. 2019.

CUNHA, E.Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.56–63, 2012.

DA GAMA-RODRIGUES, A. C.; ROSSIELLO, R. O. P.; DE CARVALHO, C. A. B.; ADESI, B. Produção e partição de matéria seca em *Brachiaria brizantha* em resposta à fertilização potássica e às datas de corte. **Agronomia**, v. 36, n. 1/2, p. 23-28, 2002.

DE CARVALHO, W. P.; DE CARVALHO, G. J.; NETO, D. O. A.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônomico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.

DE SOUSA, D. C.; MEDEIROS, J. C.; LACERDA, J. J. J.; ROSA, J. D.; BOECHAT, C. L.; DE SOUSA, M. N. G.; RODRIGUES, P. C. F.; DE OLIVEIRA FILHO, E. G.; MAFRA, A. L. Dry Mass Accumulation, Nutrients and Decomposition of Cover Plants. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, 2019.

Embrapa Agrossilvipastoril. Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável. 2019. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1104157/1/2019cpamtagrossilvipastorilpart9cap12rotacaoculturaspdmaiorlucratividadematogrossop714720.pdf>>. Acesso em: 30 Set. 2019.

EMBRAPA. Cultivo do Milheto. 2016. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/64535903/aula-cultivo-do-milheto-embrapa-2016>>. Acesso em: 02 Nov. 2019.

EMBRAPA. Milho - caracterização e desafios tecnológicos. 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>>. Acesso em: 26 Set. 2019.

ESPINDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **GeoTextos**, vol. 11, n. 1, p. 217-238, 2015.

FEBRAPDP. Área de PD no Brasil. 2012. Disponível em: <<https://febrapdp.org.br/area-de-pd>>. Acesso em: 22 Set. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. v. 6, n. 2, 2008.

FERREIRA, E. P. B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 695-701, 2011.

FRANCHINI, J. C.; DA COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/897259/importancia-da-rotacao-de-culturas-para-a-producao-agricola-sustentavel-no-parana>>. Acesso em: 30 Set. 2019.

GOULART, A.C.P. **O Sistema Plantio Direto e as doenças de plantas**. 2009. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Augusto_Goulart/publication/280558275_O_Sistema_PIPlant_Direto_e_as_doencas_de_plantas/links/55c905f408aeb975674773e9/O-Sistema-Plantio-Direto-e-as-doencas-de-plantas.pdf>. Acesso em: 22 Set. 2019.

IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=595>>. Acesso em: 30 Set. 2019.

MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A.; PAREDES, F. P. J. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p.196-204, 2011.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. **Produção potencial de trigo no Brasil**. 2014. Disponível em: <

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/978795/1/SGTEInformativo02.pdf>>.

Acesso em: 28 Set. 2019.

MOTTER, P.; ALMEIDA, H. G. **Plantio Direto**: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. 2015.

NEPOMUCENO, M. P.; VARELA, R. M.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo no rendimento da soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 557-565, 2012.

OLIVEIRA, D. M.; BISCHOFF, T. Z.; SILOCHI, R. M. Q.; SCHOENINGER, V.; COELHO, S. R. M. Considerações acerca da produção e qualidade de grãos de feijão. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n. especial, p.16-22, 2014.

OLIVEIRA, L. E. Z. Plantas de cobertura: **Características, benefícios e utilização**. Monografia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014.

OLIVEIRA, A. P. S.; SOUSA, C. M.; FERREIRA, E. P. B. Performance of inoculated common bean in response to diferente cover crops and desiccation times. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 642-652, 2017.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; DE ASSIS, R. L.; DO CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 17- 25, 2011.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; DE OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n.5, 2011.

PEREIRA, A. P.; SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J.; CAMERA, J. N.; GOLLE, D. P.; HORN, R. C. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, 2017.

PIRES, M. F. M.; MEDEIROS, J. C.; DE SOUZA, H. A.; ROSA, J. D.; BOECHAT, C. L.; MAFRA, A. L.; NOLÊTO, K. C.; DA ROCHA, A. G. Conservation system improves soil microbial quality and increases soybean yield in the Northeastern Cerrado. **Bragantia**, 2020.

POSSE, S. C. P.; RIVA-SOUZA, E. M.; DA SILVA, G. M.; FASOLO, L. M.; DA SILVA, M. B.; ROCHA, M. A. M. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira:** 2009-2011. 2010. Disponível em: <https://www.cnpaf.embrapa.br/transferencia/informacoestecnicas/19ctcbf/19ctcbf_livrocompleto.pdf>. Acesso em: 28 Set. 2019.

RIBEIRO, T. B.; DE LIMA, W. M.; RIBEIRO, F. M.; BUSO, W. H. D. Características forrageiras de algumas gramíneas do gênero *Brachiaria* - revisão de literatura. **NutriTime**, v. 13, n. 4, p. 4773-4780, 2016.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, 2010.

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.11, p.1504-1512, 2009.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; FERREIRA, A. C. B. **Plantas de Cobertura e Seus Efeitos sobre o Feijão-Comum em Sucessão.** 2018. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1084251/1/CNPAF2018cot240.pdf>>. Acesso em: 9 Set. 2019.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; BANYS, V. L. Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.

SPEHAR, C. R.; TRECENTI, R. Desempenho agrônômico de espécies tradicionais e inovadoras da agricultura em semeadura de sucessão e entressafra no cerrado do Planalto Central Brasileiro. **Revista Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 102-111, 2011.

TIMOSSI, P. C.; TEIXEIRA, I. R.; CAVA, M. G. B.; GOULARTE, G. D.; NASCIMENTO, M. V. R. Produção de sementes de *Crotalaria juncea* em diferentes épocas de semeadura no sudeste goiano. **Global Science and Technology**, v.7, n.3, p. 58-66, 2014.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.