

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LUCAS CANDIOTTO

CARACTERÍSTICAS DE PASTOS DE MILHETO OU CAPIM SUDÃO
SOBRESSEMEADOS NA CULTURA DA SOJA

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

LUCAS CANDIOTTO

**CARACTERÍSTICAS DE PASTOS DE MILHETO OU CAPIM SUDÃO
SOBRESSEMEADOS NA CULTURA DA SOJA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

LUCAS CANDIOTTO

**CARACTERÍSTICAS DE PASTOS DE MILHETO OU CAPIM SUDÃO
SOBRESSEMEADOS NA CULTURA DA SOJA**

**Characteristics of pearl millet or sudangrass pastures in overshoot in
soybean culture**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área
de Concentração: Produção Vegetal da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Regis Luis Missio

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco**



LUCAS CANDIOTTO

CARACTERÍSTICAS DE PASTOS DE MILHETO OU CAPIM SUDÃO SOBRESSEMEADOS NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Solos E Sistemas Integrados De Produção Agropecuária.

Data de aprovação: 20 de Maio de 2021

Prof Regis Luis Missio, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Andre Brugnara Soares, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do

Paraná Prof Ricardo Beffart Aiolfi, Doutorado - Faculdade Mater Dei (Fmd)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 20/05/2021.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço ao meu orientador Regis Luis Missio e ao meu primo Felipe Candiotta por todo o apoio para a realização deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca examinadora André Brugnara Soares e Ricardo Beffart Aiolfi por toda a contribuição no trabalho.

Agradeço aos meus pais Adilson Candiotta e Maria Lairce da Costa Candiotta por todo o apoio.

Agradeço a todos os (as) colegas do grupo GISPA e do grupo NESPA que contribuíram para o a realização do trabalho de alguma forma.

Agradeço a todos os (as) demais amigos (as) e colegas (as) que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

CANDIOTTO, Lucas. Características de pastos de milho ou de capim sudão sobressemeados na cultura da soja. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

Objetivou-se avaliar o milho e o capim sudão solteiros ou consorciados com azevém implantados por sobressemeadura na cultura da soja ou por plantio direto após a colheita dos grãos. O experimento ocorreu nos anos de 2019 e 2020 em delineamento de blocos ao acaso com esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Foram utilizados 8 tratamentos: 4 pastagens diferentes (capim sudão solteiro, capim sudão em mescla com azevém, milho solteiro, milho em mescla com azevém) em 2 épocas/métodos de implantação (sobressemeadura a lanço na cultura da soja em estágio R6 ou semeadura por plantio direto após a colheita da soja). Foi realizada a avaliação de estande de plantas aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura. A pastagem foi manejada realizando cortes quando atingia 60 cm, com intensidade de desfolha de 50%. Antes dos cortes eram realizadas as avaliações das pastagens: massa de forragem, alturas, índice de acamamento, densidade de forragem, densidade populacional de perfilhos, e composição morfológica. Com os dados da massa de forragem foram obtidas a produção de forragem total, a taxa de acúmulo diária e mensal da forragem (dinâmica de produção de forragem). O período de utilização das pastagens foi considerado o intervalo entre o primeiro e o último corte de cada tratamento. Os resultados foram comparados pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Foi verificada interação ($P < 0,05$) entre ano agrícola e época de semeadura para a altura das plantas, estande de plantas, densidade populacional de perfilhos, tempo de utilização da pastagem, produção total de forragem, acamamento de plantas e proporção de material morto. Essas variáveis foram superiores ($P < 0,05$) para os pastos sobressemeados em R6 em 2019, com exceção do estande de plantas, da densidade de perfilhos e acamamento de plantas, não havendo diferença em 2020 entre as épocas de semeadura. O tempo de utilização da pastagem foi superior ($P < 0,05$) nos pastos sobressemeados em ambos os anos agrícolas. Não foi verificada interação ($P < 0,05$) entre épocas e tipos de pastagem para o estande de plantas, densidade de perfilhos e separação morfológica. O estande de plantas foi superior ($P < 0,05$) para o milho solteiro, enquanto a densidade de perfilhos foi maior para o capim sudão solteiro. A proporção de folhas foi maior ($P < 0,05$) nos cultivos solteiros, a de colmos nas pastagens de capim sudão solteiro, e a de material morto foi superior nas pastagens de capim sudão, independente se em cultivo solteiro ou em mescla com azevém. Ocorreu interação significativa entre meses e épocas de semeadura para a taxa de acúmulo mensal de forragem, com maior ($P < 0,05$) acúmulo para os pastos sobressemeados, e maiores acúmulos nos meses de março e de abril. A sobressemeadura de milho ou capim sudão sobre a cultura da soja possibilita a antecipação da utilização das pastagens, elevando o tempo de utilização dos pastos e a produção de forragem.

Palavras-chave: *Glycine max*. Implantação de pastagens. *Pennisetum americanum*. Sistema Plantio Direto. *Sorghum sudanense*. Vazio forrageiro de outono.

ABSTRACT

CANDIOTTO, Lucas. Characteristics of pearl millet or sudangrass pastures in overshoot in soybean culture. 50 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Crop), Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

The objective was to evaluate pearl millet and sudangrass, single or mixed with ryegrass, implanted by overseeding in the soybean crop or by no-tillage after harvesting the grains. The experiment took place in 2019 and 2020 in a randomized block design with a 4x2 factorial scheme, with four replications. Eight treatments were used: 4 different pastures (single sudangrass, sudangrass mixed with ryegrass, single pearl millet, pearl millet mixed with ryegrass) in 2 seasons / implantation methods (overseeding in the soybean crop in stage R6 or sowing by no-tillage after soybean harvest). Plant stand evaluation was performed at 10, 20 and 30 days after sowing. The pasture was managed by making cuts when it reached 60 cm, with defoliation intensity of 50%. Before the cuts, the pastures were evaluated: forage mass, heights, lodging index, forage density, tiller population density, and morphological composition. With the forage mass data, total forage production, the daily and monthly forage accumulation rate (forage production dynamics) were obtained. The period of use of the pastures was considered the interval between the first and the last cut of each treatment. The results were compared using the Tukey test ($\alpha = 0.05$). Interaction ($P < 0.05$) was verified between agricultural year and sowing time for plant height, plant stand, tiller population density, pasture utilization time, total forage production, plant lodging and material proportion dead. These variables were higher ($P < 0.05$) for the pastures overseeded in R6 in 2019, with the exception of the plant stand, tiller density and plant lodging, with no difference in 2020 between sowing times. The pasture utilization time was higher ($P < 0.05$) in the overseeded pastures in both agricultural years. There was no interaction ($P < 0.05$) between seasons and types of pasture for the plant stand, tiller density and morphological separation. The plant stand was higher ($P < 0.05$) for single pearl millet, while tiller density was higher for single sudangrass. The proportion of leaves was higher ($P < 0.05$) in single crops, that of stalks in pastures of single sudangrass, and that of dead material was higher in pastures of sudangrass, regardless of whether in single cultivation or mixed with ryegrass. There was a significant interaction between months and sowing times for the rate of monthly forage accumulation, with greater ($P < 0.05$) accumulation for the overhanging pastures, and greater accumulation in the months of March and April. The overseeding of pearl millet or sudangrass over the soybean crop makes it possible to anticipate the use of pastures, increasing the time of use of pastures and the production of forage.

Keywords: *Glycine max*. Empty autumn forage. No-till system. Pasture implantation. *Pennisetum americanum*. *Sorghum sudanense*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Precipitação (mm), umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas máximas (T°C Máx.) e mínimas (T°C Mín.) registradas entre fevereiro de 2019 a maio de 2020 na Fazenda Santa Bárbara, em Renascença – PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2020.....19
- Figura 2** – Composição morfológica (proporção de folha, colmo e material morto) e densidade populacional de perfilhos de azevém média ao longo do tempo (diferentes cortes das pastagens de mesclas de azevém com milho ou com sudão e sobressemeadas ou implantados por plantio direto após a soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.....38
- Figura 3** – Dinâmica de produção de forragem mensal média dos anos de 2019 e 2020 dos pastos de milho e de capim sudão de acordo com a época de plantio (sobressemeadura na soja em R6 ou plantio direto após a colheita da soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.....39
- Figura 4** – Dinâmica de produção de forragem mensal média dos anos de 2019 e 2020 dos pastos de milho e de capim sudão de acordo com a estratégia forrageira (capim sudão solteiro ou capim sudão com azevém ou milho solteiro ou milho com azevém). UTFPR – Pato Branco, 2021..... 40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Atributos químicos do solo verificados na profundidade de 0-20 cm em amostra coletada antes do início do período experimental na Fazenda Santa Bárbara, em Renascença – PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....20
- Tabela 2** – Características produtivas da pastagem de milho e de capim sudão de acordo com o ano e a época de plantio (sobressemeada na soja em R6 ou plantio direto após a colheita da soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.....26
- Tabela 3** – Densidade de forragem e componentes morfológicos dos pastos de milho e de capim sudão de acordo com o ano agrícola e a época de plantio (sobressemeadura na soja em R6 ou plantio direto após a colheita da soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.....31
- Tabela 4** – Características produtivas da pastagem de milho e de capim sudão de acordo com a estratégia de forrageamento (milho solteiro ou capim sudão solteiro ou milho com aveia ou capim sudão com aveia). UTFPR – Pato Branco, 2021.....34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Vazio forrageiro.....	10
2.2 Vazios forrageiros nos SIPA.....	10
2.3 Princípios básicos dos SIPA.....	11
2.4 Mesclas de forrageiras.....	13
2.5 Métodos de semeadura.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Local e período de condução do experimento.....	19
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	20
3.3 Caracterização da área experimental.....	20
3.4 Implantação das pastagens.....	21
3.5 Manejo de desfolha dos pastos.....	22
3.6 Avaliações experimentais.....	22
3.7 Análise estatística.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5 CONCLUSÕES.....	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) representam uma oportunidade de gerar renda e trazer benefícios agrícolas e ambientais em relação a sistemas como o monocultivo de grãos ou sistemas exclusivamente pecuários (SOARES *et al.*, 2018), com a possibilidade de gerar maior produção de alimentos para suprir a crescente demanda mundial (FAO, 2010). Isso ocorre em função desta combinação tornar possível a obtenção de relações sinérgicas positivas do complexo solo-planta-animal (SOARES *et al.*, 2018).

A fase pecuária nos SIPA traz segurança econômica em função da menor variação de rentabilidade da pecuária em relação à agricultura (MARTHA Jr.; ALVEZ; CONTINI, 2011; MAGNABOSCO *et al.*, 2009). A produção animal nos SIPA depende do manejo das pastagens, especialmente em função do efeito sobre o período de utilização dos pastos, que poderia ser de até sete meses se considerado que a duração das culturas de grãos (milho e soja) no Sul do Brasil gira em torno de cinco meses (incluindo as operações de semeadura e colheita) (SOARES *et al.*, 2018). O período de utilização das pastagens na maioria dos SIPA do Sul do Brasil, entretanto, é menor que sete meses, reflexo do atraso na implantação dos pastos e/ou antecipação da retirada dos animais (SOARES *et al.*, 2018) e devido à baixa produtividade das pastagens estivais nos períodos de outono e inverno em virtude da ocorrência de geadas e baixas temperaturas, com período crítico entre os meses de abril a setembro (BORTOLINI; MORAES; CARVALHO, 2005).

A antecipação da semeadura de pastos hibernais é uma alternativa para elevar o período de utilização das pastagens, tal como ocorre com a sobressemeadura de pastos hibernais no final do ciclo da soja (ORTIZ, 2014). Além disso, também tem se verificado que é possível sobressemeiar forrageiras de verão (i.e. milheto e capim sudão) sobre a cultura da soja sem afetar seu rendimento, possibilitando que o pastejo ocorra em poucos dias após a colheita dos grãos (PACHECO *et al.*, 2008; LA VALLIE *et al.*, 2019).

A hipótese deste estudo é que a sobressemeadura de milheto ou capim sudão, solteiros ou em consórcio com azevém, sobre a cultura da soja pode elevar o período de utilização das pastagens e a produção de forragem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Vazio forrageiro

As pastagens são o principal componente das dietas dos ruminantes e a fonte de alimentação mais econômica e sustentável nos sistemas pecuários (TRINDADE, 2018). Entretanto, no Sul do Brasil, como é de amplo conhecimento, a produção de forragens tropicais é estacional em função das baixas temperaturas e formação de geadas no período de outono/inverno, e isso determina um período de escassez de forragem que pode ser agravado pelo não estabelecimento e/ou atraso no estabelecimento e utilização das forrageiras hibernais (EMBRAPA, 2014). Esse período crítico pode se estender de abril a setembro (EMBRAPA, 2015), sendo caracterizado pela baixa produtividade animal (carne e leite) (EMBRAPA, 2014).

Mesmo que as forrageiras de inverno possibilitem uma elevação da produção de forragem durante o período de inverno no Sul do Brasil, dois períodos de transição ainda são suscetíveis a ocorrência de vazio forrageiro: o outono, devido à queda de produtividade das forrageiras estivais e período de implantação das forrageiras hibernais; e a primavera, devido à redução da produtividade das forrageiras hibernais e período de implantação das forrageiras estivais (SBRISSIA *et al.*, 2017). Algumas estratégias têm obtido sucesso em reduzir a restrição de forragem nesses períodos, como o uso de forrageiras melhoradas com ciclo mais longo; mesclas forrageiras, com pastagens de diferentes ciclos; implantação antecipada de forrageiras hibernais ou estivais; e o uso de sistemas de cultivo intercalar, como o Sistema Santa Fé (OLIVEIRA, 2013).

2.2 Vazios forrageiros nos SIPA

Os SIPA mais utilizados no Sul do Brasil são aqueles que integram a produção de grãos no período de verão (soja e milho, principalmente) e produção de bovinos em pastagens anuais no período de inverno (aveia e azevém, principalmente) (BALBINO *et al.*, 2011). Desta forma, é fundamental que a pastagem tenha qualidade e produtividade para garantir o incremento de peso corporal dos

animais até a primavera, quando esses saem da área para a semeadura de grãos (MORAES *et al.*, 2011). A redução do período para implantação da pastagem de inverno, neste contexto, é extremamente importante para elevar o período de utilização da pastagem, redução do vazio forrageiro de outono e aumento da produtividade animal (SBRISSIA *et al.*, 2017; SOARES *et al.*, 2018). Em regiões onde as condições climáticas permitem apenas uma safra de grãos por ano, a semeadura de forrageiras estivais no fim do verão pode ser uma alternativa para a supressão do déficit de forragem até que as forrageiras de inverno se consolidem na área (BORGHI *et al.*, 2017).

Ainda há carência de estudos sobre a utilização de mesclas forrageiras, sobretudo quanto à utilização de misturas de espécies estivais com hibernais (STEINWANDTER *et al.*, 2009). A implantação de pastagem anual no final do verão junto com a pastagem de inverno é, muitas vezes, utilizada na prática pelos produtores após a colheita dos grãos. Entretanto, mesmo havendo uma redução do período de vazio forrageiro em função da utilização de uma forrageira anual de verão e forrageiras anuais de inverno, ainda existe o período de estabelecimento das pastagens (EMBRAPA, 2014). A antecipação da implantação de mesclas forrageiras através da sobressemeadura no final do ciclo da cultura da soja seria uma alternativa para reduzir drasticamente o vazio forrageiro de outono/inverno nos SIPAs do Sul do Brasil. No entanto, os estudos realizados sobre a sobressemeadura de forrageiras na soja foram desenvolvidos, em sua grande maioria, para cultivos solteiros (PACHECO *et al.*, 2008; LA VALLIE *et al.*, 2019), e não em cultivos consorciados.

2.3 Princípios básicos dos SIPA

Os SIPA geram vantagens não somente em relação ao retorno financeiro, mas também em relação a maior ciclagem de nutrientes, a recuperação de solos e pastagens degradadas, o aumento da atividade biológica do solo, a melhoria das condições químicas e físicas do solo, e a redução da incidência de pragas, doenças e invasoras (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009; MACEDO, 2009). Os SIPA buscam a maximização dos rendimentos na produção de grãos e da pecuária,

com a manutenção do equilíbrio do sistema solo-planta-animal sustentável (ASSMANN *et al.*, 2017). Para que isso ocorra alguns princípios básicos devem ser respeitados. Segundo Balbino *et al.* (2011), esses princípios básicos incluem a rotação de culturas, o uso de plantio direto, uso de animais e plantas de genética melhorada, produção animal a pasto intensiva e manutenção da cobertura do solo, além do uso de insumos (e.g. fertilizantes, corretivos do solo, defensivos agrícolas, inoculantes) eficientes e sustentáveis. Além disso, Soares *et al.* (2018), considerando os princípios básicos dos SIPA, mencionam que conceitos como a produção de biomassa, o pousio zero e a heterogeneidade da palhada precisam ser aprimorados.

A produção anual de biomassa por hectare, neste contexto, deve ser maximizada, a fim de que todos os benefícios de melhoria do solo sejam atingidos (e.g., aumento da matéria orgânica, macroporosidade, massa/diversidade microbiana, anelídeos do solo, e o não adensamento do solo) (SOARES *et al.*, 2018). Segundo estes pesquisadores, um novo conceito deve ser considerado, em que um determinado nível de palhada sobre o solo não seja a característica mais importante, assim como enfatizavam trabalhos que estudaram o sistema de plantio direto a partir da década de 90 (BASSO; CERETTA, 2000).

Um nível mínimo de palhada, neste contexto, deve ser respeitado para o plantio direto da cultura de grãos, entretanto esse nível de palhada não deve ser um valor fixo (i.e. 3000 kg ha⁻¹), como muitas vezes é proposto (SOARES *et al.*, 2018). Segundo estes pesquisadores é mais importante que a produção de biomassa seja maximizada durante o período de pastejo, mesmo que o nível de palhada seja um pouco menor (i.e. 2500 kg ha⁻¹) do que as recomendações tradicionais, o que garantiria elevada produção animal com efetividade no controle da erosão, de plantas invasoras e do selamento superficial do solo com o fim do período de pastejo. O foco na produção de biomassa também possibilitaria o aumento do período de pastejo, que é importante para a inexistência de intervalo entre a retirada dos animais da pastagem e a semeadura da cultura de grãos (pousio zero), o que segundo Soares *et al.* (2018) é muito impactado pelo plantio da cultura de grãos tão logo ocorra a retirada dos animais da pastagem, mesmo que a dessecação da massa residual ocorra após o plantio. A heterogeneidade da palhada está

relacionada com o fato de o animal em pastejo gerar desuniformização do solo e do pasto (SALTON; CARVALHO, 2007). Desta forma, nada adianta respeitar um nível médio de palhada mínima para o plantio direto se existem sítios de pastejo em que o resíduo de palhada é muito baixo (SOARES *et al.* 2018).

A maximização da produção de biomassa na fase de pastagem, por outro lado, depende do manejo da pastagem, que por definição é qualquer ação antrópica dentro do complexo solo-planta-animal (ALLEN *et al.*, 2011). Entre os fatores de manejo da pastagem que apresentam grande impacto sobre a produção e qualidade de forragem destaca-se a escolha das espécies/cultivares; controle de invasoras, doenças e insetos praga; formas e épocas de semeadura; duração do período de pastejo; intensidade de pastejo; e adubação. Forrageiras melhoradas de ciclo longo, neste contexto, implantadas rapidamente e com clima favorável garantem alta produção de forragem, reduzindo as perdas de rendimento na produção animal em períodos de baixa oferta de forragem (MAGALHÃES *et al.*, 2012). As mesclas forrageiras, por outro lado, apresentam maior capacidade de produção de forragem e homogeneização da oferta de forragem ao longo do ano em função da maior eficiência na utilização de nutrientes (i.e. água) (OLIVEIRA, 2013).

2.4 Mesclas de forrageiras

As mesclas ou consórcios forrageiros são as estratégias que utilizam mais de uma espécie forrageira com o objetivo de elevar a qualidade e/ou a produção da pastagem. No tocante a maior produção da pastagem isso pode ocorrer pela maior produção das forrageiras pelo efeito benéfico da mescla para as pastagens (i.e. fixação biológica de nitrogênio por leguminosas, sustentação de forrageiras trepadeiras em gramíneas cespitosas), pelo efeito complementar de uma forrageira sob a outra (i.e. espécies com estratos forrageiros diferentes e complementares, como trevo e azevém) ou ainda pelo maior período de produção da pastagem devido à diferença entre os picos de produção de forragem de diferentes pastagens (i.e. centeio forrageiro, aveia e azevém) (SBRISSIA *et al.*, 2015). No sentido do incremento da qualidade da pastagem, é muito difundida a utilização de mesclas entre leguminosas e gramíneas forrageiras, assim como a

utilização de plantas C3 em mescla com plantas C4, buscando justamente elevar a qualidade de pastagens de gramíneas e/ou plantas C4 com o uso de leguminosas e/ou plantas C3 (STEINWANDTER *et al.*, 2009).

No entanto, apesar do reconhecimento dos benefícios do uso de mesclas forrageiras, a técnica ainda é pouco utilizada no Brasil, e o uso de mesclas forrageiras entre pastagens anuais de verão e de inverno é ainda mais escasso, sendo insipientes os estudos sobre essa possibilidade (STEINWANDTER *et al.*, 2009; SBRISSIA *et al.*, 2015; FINN *et al.*, 2017). Os principais argumentos para o baixo uso de mesclas forrageiras são as dificuldades de manejar diferentes espécies na mesma pastagem e dos problemas relacionados a implantação de forrageiras com diferentes ciclos, hábitos de crescimento e velocidades de estabelecimento.

Muitas áreas de pecuária no sul do Brasil trabalham com pastagens anuais, não optando por pastagens perenes devido a maior dificuldade de implantação destas e pela rápida introdução, qualidade e alta produção de forragem de espécies anuais, especialmente no que se refere a utilização de cultivares melhoradas. Nas áreas de SIPA, as espécies anuais são quase exclusivas, com destaque para o uso de aveias e azevém, no período de inverno (EMBRAPA, 2015), e de milho, sorgo e capim sudão no verão (PACHECO *et al.*, 2014). No período hibernal, o azevém (*Lolium multiflorum* L.) se destaca pela alta produção de forragem de excelente qualidade durante seu ciclo produtivo, alta proporção de folhas, sobretudo quando se usa cultivares tetraplóides e do grupo italicum (AIOLFI, 2016). No período estival, o uso de milho (*Pennisetum americanum* (L.) R. Br.) e capim sudão (*Sorghum sudanense* L.) se sobrepõe ao de sorgo ou de outras espécies pela rápida implantação, alta produção de forragem de qualidade, custo mais baixo e possibilidade de cultivo desde o início até o final do verão (SILVEIRA *et al.*, 2015; PACHECO *et al.*, 2014). O ciclo relativamente curto e o rápido desenvolvimento inicial dessas forrageiras as tornam, no entanto, suscetíveis a pequenas variações no clima ou épocas de implantação e manejo, afetando seus potenciais produtivos (SILVEIRA *et al.*, 2015; PACHECO *et al.*, 2014). Isso pode ocorrer quando são cultivadas em época não ideal, tal como após a colheita da soja no final do verão e início do outono no sul do Brasil para suprir a demanda de forragem até ocorrer o estabelecimento das forrageiras de inverno, tais como o

azevém (EMBRAPA, 2014). Essa época (meados de fevereiro a março) também não é a ideal para a implantação de pastagens hibernais (EMBRAPA, 2014). No entanto, a possibilidade de antecipar a entrada dos animais na área após a soja através da sobressemeadura na soja antes da colheita de pastagens estivais ou hibernais pode ser viável para redução do vazio forrageiro de outono (BORGHI *et al.*, 2017; ORTIZ, 2014). Mesclas com forrageiras anuais de verão e de inverno, neste contexto, poderiam ser pesquisadas no intuito de suprir a demanda de forragem no outono e inverno. Isso poderia se viabilizar pela ciclo produtivo das forrageiras de verão se estenderem até o final do outono/início do inverno, com o advento das primeiras geadas. Por outro lado, o restante do período de inverno seria coberto pelo ciclo produtivo das forrageiras hibernais. Um dos maiores problemas dessa possibilidade é o comportamento da forrageira de inverno dentro da mescla, uma vez que as principais forrageiras anuais de verão são cespitosas com elevadas taxas de crescimento (PACHECO *et al.*, 2014) e altura de manejo mais elevada em relação as forrageiras hibernais que apresentam baixa estatura e menor altura de manejo. Isso pode representar uma baixa capacidade de competição (principalmente por luz) das forrageiras hibernais neste tipo de mescla (SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017).

2.5 Métodos de semeadura

Muitos fatores influenciam o estabelecimento de uma pastagem, entre eles as condições de solo e clima, este último menos suscetíveis a interferência humana, e fatores técnicos que podemos manipular bastante, como a época e o método de implantação da pastagem, assim como o manejo após instalação (BORGHI *et al.*, 2017). Podemos dividir os métodos de implantação via semente de forrageiras em semeadura direta, quando a semente é colocada em sulco ou cova e coberta com solo, e semeadura indireta, quando a semente é apenas depositada sobre o solo, comumente conhecida como semeadura a lanço (ANDRADE, 2015; BORGHI *et al.*, 2017).

A implantação de pastagens anuais ocorre principalmente por plantio direto, método amplamente reconhecido como ideal para o bom estabelecimento de

inúmeras culturas, além de ser o método mais sustentável, pensando na conservação do solo e água (ANDRADE, 2015). A semeadura a lanço ainda é muito utilizada em diversas situações por apresentar algumas vantagens, como sua grande capacidade operacional, sendo possível semear vastas áreas em curto período de tempo com implementos terrestres ou aéreos, além de ser possível semear pequenas áreas de forma manual, sem nenhuma máquina ou implemento (PACHECO *et al.*, 2008). Devido ao baixo contato entre sementes e o solo, as condições de clima influenciam muito a eficiência da implantação de pastagens a lanço, sobretudo a ocorrência de chuvas após o processo de semeadura. Nos casos em que se opta por realizar gradagem após a semeadura, para tentar cobrir sementes e/ou facilitar o contato com o solo, podem ocorrer processos erosivos (MIGLIORINI *et al.*, 2010).

A demanda por melhorias e intensificação dos sistemas de cultivo resultou no surgimento de estratégias como o cultivo intercalar de espécies forrageiras com culturas de grãos (OLIVEIRA, 2013), mas nem sempre isso é possível em função da limitação de equipamentos disponíveis para a realização de plantio direto dentro dessas estratégias. A sobressemeadura, neste contexto, tem sido bastante utilizada como um método de semeadura que consiste em implantar uma cultura, geralmente de espécies anuais, sobre outra cultura já instalada, geralmente espécies perenes (ANDRADE, 2015). Com esse método, é possível introduzir de forma fácil e rápida, até mesmo de forma manual se não houver equipamentos, uma forrageira no final de ciclo de uma cultura granífera (BORGHI *et al.*, 2017), por exemplo, com o objetivo da redução do período entre a colheita de grãos e o início do pastejo em SIPA. Com este método, é possível introduzir forrageiras anuais como o milho e o capim sudão na cultura da soja de estágio fenológico R5 até R7, podendo reduzir para menos de vinte dias o tempo para a entrada dos animais na área após a colheita da soja (BORGHI *et al.*, 2017).

A sobressemeadura de mesclas forrageiras com espécies de verão e inverno sobre a cultura da soja no final do verão ou início do outono pode trazer alguns desafios, tanto do ponto de vista das dificuldades técnicas da estratégia de semeadura indireta como do ponto de vista das dificuldades atreladas às espécies forrageiras.

Alguns dos problemas atrelados à técnica de sobressemeadura são: o baixo contato ou até a ausência de contato das sementes com o solo (quando existem folhas ou palhada sobre o solo, sementes podem ficar em cima de folhas ou estruturas vegetativas da cultura que recebeu a sobressemeadura) (BORGHI *et al.*, 2017), a desuniformidade de sementeira, a exposição das sementes a condições desfavoráveis (radiação solar, vento, baixa umidade, pragas e animais) pela não incorporação em sulco de sementeira (SILVEIRA *et al.*, 2015), sementes pequenas podem sofrer mais (menor material de reserva e umidade armazenada, mais suscetíveis a dispersão pelo vento e água das chuvas, difícil uniformidade de sementeira) (HESSEL *et al.*, 2012), dificuldade de adubação da cultura sobressemeada, redução de produtividade da cultura já instalada (por danos mecânicos do processo de sobressemeadura ou pela perda de produtividade por competição) (ANDRADE, 2015), plantas com sistema radicular superficial (suscetíveis ao déficit hídrico e ao tombamento), e a baixa germinação de sementes implantadas por esse método em comparação a sementeira direta (PACHECO *et al.*, 2008), principalmente. Por todas essas dificuldades, existem recomendações para que a sobressemeadura seja somente utilizada em regiões chuvosas ou áreas irrigadas (RODRIGUES; AVANZA; DIAS, 2011), com espécies adequadas para tal e em situações onde não há outro método ou equipamentos e máquinas adaptados para a implantação de forma direta (PACHECO *et al.*, 2008).

Os principais problemas atrelados às espécies forrageiras quando implantadas na cultura da soja em final de ciclo no Sul do Brasil estão atreladas as condições de clima. Para forrageiras estivais, como o milheto e o capim sudão, a temperatura e radiação solar são inferiores ao nível ótimo para o seu desenvolvimento, o que tende a se agravar com a entrada no final do outono e início do inverno, gerando estagnação da produção pelas baixas temperaturas, e mortes das plantas com ocorrências de geadas (SILVEIRA *et al.*, 2015; PACHECO *et al.*, 2014). No tocante as forrageiras hibernais, como a aveia e o azevém, as temperaturas ainda são muito altas, o que limita seu desenvolvimento inicial, o que vai melhorando com a redução das temperaturas com o avançar do inverno (EMBRAPA, 2014). Nesse sentido, não temos condições ideais para a implantação de ambos os tipos de pastagens (estivais ou hibernais), e não sabemos se é viável

um sistema de mescla de forrageiras estivais e hibernais nessa época. A competição por luz (principalmente) (SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017), água e nutrientes de uma forrageira C3 (como o azevém,) dentro de uma mescla com forrageiras C4 (como o milho e o capim sudão) pode ser muita alta, principalmente devido a diferente altura de manejo, e a forrageira de menor porte pode acabar sendo extinta na mescla ao longo do tempo (SBRISSIA *et al.*, 2015).

Ademais a estes problemas supracitados, a implantação por sobressemeadura de mesclas forrageiras na soja pode ter dificuldades como a heterogeneidade de mistura e dispersão de sementes (tamanho e massa específicas distintas entre as diferentes sementes), as características específicas de cada espécie em relação à adaptação a sementeira a lanço e implantação em época não ideal, e até mesmo a capacidade de competição das espécies com a soja, principalmente em relação à competição por radiação solar (SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017).

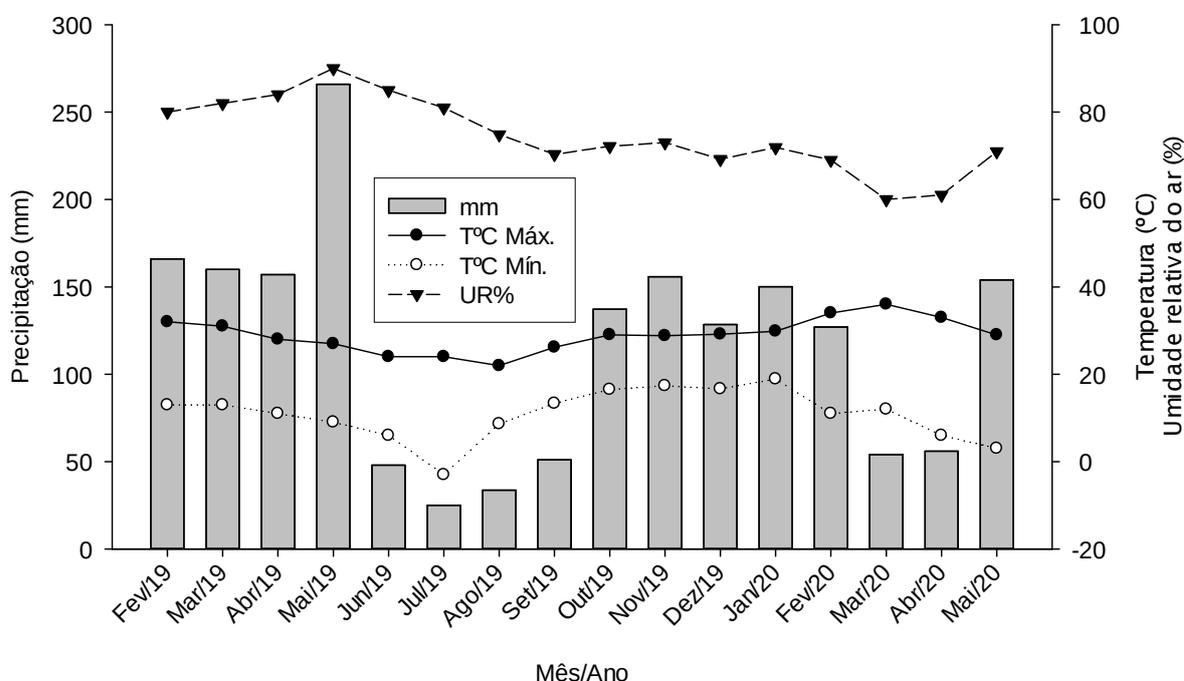
Apesar dessas dificuldades e limitações, a estratégia de sobressemeadura de espécies forrageiras, solteiras ou em mescla, sobre a cultura da soja pode ser muito promissora, quando em condições adequadas. As forrageiras anuais são mais utilizadas em sobressemeadura ou cultivo consorciado (em fase final de ciclo) com a soja, enquanto as perenes são mais utilizadas com milho, justamente devido ao lento desenvolvimento inicial e crescimento menos cespitoso das perenes, o que justifica seu uso em consórcio com milho (em fase inicial de ciclo). Tanto milho como o capim sudão tem alta adaptabilidade ao cultivo nas condições do final do ciclo da soja na região sul Brasil (final do verão e início do outono). O azevém, pode se adaptar a implantação precoce, principalmente devido a proteção contra o calor e radiação solar excessiva pelas plantas de soja e posteriormente pelas plantas de milho ou capim sudão nas mesclas. Ainda, a sobressemeadura a lanço, apesar de ser uma técnica de implantação de pastagens menos recomendada do que o plantio direto, pode ser muito efetiva se ocorrer em condições adequadas, principalmente de umidade, e por isso só é recomendada para áreas irrigadas ou para regiões com chuva volumosa e bem distribuída, caso do Sul do Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período de condução do experimento

Os experimentos de campo foram conduzidos nos meses de fevereiro a julho de 2019 e nos meses de fevereiro a maio de 2020, na Fazenda Santa Bárbara – Renascença/PR (26°17'47.4"S 52°54'21.3"W). Local com altitude média de 780 m, relevo suave ondulado e solo caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido) segundo classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2014). Os dados climáticos referentes ao período experimental (Figura 1) foram obtidos da base de dados de livre acesso (POWER) da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) dos Estados Unidos da América (STACKHOUSE *et al.*, 2015).

Figura 1 – Precipitação (mm), umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas máximas (T°C Máx.) e mínimas (T°C Mín.) registradas entre fevereiro de 2019 a maio de 2020 na Fazenda Santa Bárbara, em Renascença – PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2020.



3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos em arranjo fatorial 4X2 (quatro estratégias de forrageamento – espécies e misturas forrageiras – e duas épocas de semeadura), utilizando-se quatro repetições de área. As estratégias de forrageamento avaliadas foram caracterizadas pela utilização do cultivo solteiro de forrageiras estivais anuais (milheto ou capim sudão) ou de mesclas entre essas forrageiras com uma forrageira hibernal anual (milheto + azevém ou capim sudão + azevém). As épocas avaliadas foram caracterizadas pelo plantio das estratégias de forrageamento através da técnica de sobressemeadura a lanço no final do ciclo da cultura da soja (R6) e pela semeadura das estratégias de forrageamento através do sistema de plantio direto após a colheita da soja. O estágio fenológico R6 foi escolhido para a sobressemeadura porque nesse estágio a cultura da soja está com desenvolvimento de grãos completo, então a implantação das forrageiras não causa impacto na produtividade da soja por competição por recursos. Além disso, nesse estágio ainda restam cerca de 25 dias para a colheita da soja (na cultivar utilizada), o que justifica a sobressemeadura para a implantação antecipada das pastagens.

3.3 Caracterização da área experimental

A análise química do solo da área experimental foi realizada antes do início do período experimental, a partir de uma amostra composta formada por oito sub-amostras retiradas da camada de 0 a 20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo verificados na profundidade de 0-20 cm em amostra coletada antes do início do período experimental na Fazenda Santa Bárbara, em Renascença – PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.

pH	M.O.	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
5,60	56,29	23,86	0,58	8,69	1,76	0,00	4,21	11,03	15,24	72,38

Laboratório de análises agronômicas Maravilha LTDA, Pato Branco – PR. Metodologias: M.O. por digestão úmida (Walkley-Black); P e K⁺ extraídos com solução de Mehlich 1; pH em CaCl₂ 0,01; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹. Solo com 56% de argila.

A área experimental é caracterizada pela utilização do sistema de plantio direto desde a década de 1980 e com rotação de culturas. A rotação de culturas pode ser caracterizada, de forma geral, pelo cultivo, em anos alternados, de

soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*) no verão e trigo (*Triticum aestivum*) ou aveia branca (*Avena sativa*) no inverno. O cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris*) é realizado no período de safrinha nos anos em que não se cultiva o trigo. Para o presente experimento, entretanto, a cultura antecessora a cultura da soja foi a aveia branca.

Antecedendo o período experimental as parcelas foram demarcadas e separadas por um corredor de 5 m. A área experimental utilizada apresentou área útil de 800 m², composta por 32 parcelas com 5 m de largura e 5 m de comprimento (25 m²) cada uma. Circundando cada parcela, bem como toda a área do experimento, foi utilizada uma bordadura de 5 m de largura após a colheita da soja, composta por milheto ANm 38 implantado por plantio direto e na mesma densidade de semeadura dos tratamentos compostos por essa forrageira.

3.4 Implantação das pastagens

A sobressemeadura foi realizada de forma manual no final do ciclo (estágio fenológico R6) da soja (NS5445). A sobressemeadura ocorreu no dia 22 de fevereiro no ano de 2019 e no dia 27 de fevereiro no ano de 2020. Por outro lado, a semeadura por sistema de plantio direto ocorreu logo após a colheita da soja com auxílio de semeadora-adubadora de plantio direto de fluxo contínuo tracionada por trator, com espaçamento entre linhas de 17 cm e profundidade de 2 cm. Em função do plantio ocorrer logo após a colheita dos grãos e pela ausência de plantas invasoras não foi necessário efetuar dessecação pré plantio das forrageiras. A semeadura por plantio direto ocorreu no dia 26 de março no ano de 2019 e no dia 18 de março no ano de 2020.

As densidades de semeadura através do sistema de plantio direto do milheto, capim sudão e azevém foram de 15 kg ha⁻¹, 25 kg ha⁻¹ e 25 kg ha⁻¹, respectivamente. As cultivares forrageiras utilizadas foram Milheto ANm 38, o Capim Sudão BRS estribo, e Azevém Barjumbo. Para a semeadura das mesclas forrageiras as sementes foram misturadas com auxílio de uma betoneira. Na sobressemeadura, a densidade de semeadura utilizada foi 30% superior a utilizada no sistema plantio direto, considerando as perdas pela não incorporação da semente ao solo, conforme recomendação dos detentores das cultivares forrageiras: 19,5 kg ha⁻¹, 32,5 kg ha⁻¹ e

32,5 kg ha⁻¹ para milho, capim sudão e aveia, respectivamente.

A adubação de base utilizada foi realizada de acordo com a análise de solo, usando o formulado N-P-K 8-20-15 na dose de 330 kg ha⁻¹. A adubação de base para as estratégias de forrageamento que foram sobressemeadas foi realizada a lanço de forma manual, enquanto no sistema de plantio direto a adubação ocorreu no sulco. A adubação de cobertura foi realizada de forma manual com ureia (45% de N) no perfilhamento de cada forrageira (uma aplicação nos tratamentos com culturas solteiras e duas aplicações nos tratamentos com mesclas) na dose de 100 kg N ha⁻¹. O controle de invasoras nas pastagens foi realizado de forma manual. Não foi necessário controle de pragas e doenças na pastagem.

3.5 Manejo de desfolha dos pastos

O manejo de desfolha dos pastos foi realizado roçadeira costal, sendo retirado da parcela o material remanescente das avaliações experimentais. A intensidade de desfolha foi de 50%. O momento da desfolha foi determinado pela altura dos pastos, preconizando-se 60 cm, altura de entrada de pastejo recomendada para milho e para capim sudão. Para tanto, a altura dos pastos foi medida semanalmente, através de 5 pontos por espécie forrageira em cada parcela com auxílio de régua graduada (cm). Nas mesclas forrageiras, portanto, foram avaliados 10 pontos de altura por parcela (5 pontos para a aveia e 5 pontos para o milho ou capim sudão). Contudo, é importante ressaltar que a mensuração da altura do aveia era somente para controle, não influenciava o momento da desfolha e os cortes eram somente das plantas de milho e de capim sudão.

3.6 Avaliações experimentais

As avaliações, com exceção do estande de plantas inicial, eram realizadas antes de cada corte da pastagem. O estande de plantas inicial foi determinado após 10, 20 e 30 dias da implantação dos pastos, para verificar a implantação das forrageiras e perdas de estande pela colheita da soja (ocorreu em

média 25 dias após a sobressemeadura das pastagens). Para tal, foram contadas as plântulas emergidas dentro de um quadro de 0,0225 m², em duas repetições por parcela. A partir destas avaliações foi determinado o estande médio de plantas emergidas por m² até os 30 dias após a implantação dos pastos.

O número de dias de utilização da pastagem foi determinado como o período desde a data do primeiro corte até a data do último corte da forragem (o fim do experimento foi determinado pela ocorrência de geadas expressivas que provocaram a morte do milheto e do capim sudão).

A massa de forragem foi determinada antes de cada desfolha das parcelas. Para tanto, foram coletadas duas amostras da forragem contida em uma área de 0,25 m² em cada unidade experimental, sendo a forragem coletada correspondendo a 50% da altura do dossel (intensidade de desfolha de 50%) com auxílio de tesoura de esquila. Estas amostras foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa de secagem com circulação de ar forçada à 55°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas, e a produção de matéria seca de forragem ha⁻¹ foi determinada. A produção de forragem total (Ton MS ha⁻¹) foi obtida através do somatório das massas de forragem dos cortes mais a massa residual do primeiro corte (resíduo abaixo da altura de saída cortado rente ao solo e excluindo o azevém). A taxa de acúmulo diário de forragem (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) foi determinada a partir da divisão da produção de forragem pelo respectivo período de acúmulo da forragem em dias. A dinâmica de produção de forragem foi determinada a partir da taxa de acúmulo mensal de forragem (kg MS ha⁻¹ mês⁻¹), a qual foi determinada através de média ponderada entre as taxas de acúmulo de cada corte e os dias de acúmulo de cada mês, usando a equação proposta por Ferrazza *et al.* (2013):

$$TA_{mi} = [(TA_{x,x-1} * NDM_{x,x-1}) + (TA_{x,x+1} * NDM_{x,x+1})] / Nd_{mi},$$

em que: TA_{mi} refere-se a taxa de acúmulo de determinado mês i ; $TA_{x,x-1}$: taxa de acúmulo entre o corte atual (x) e o corte anterior ($x-1$); $NDM_{x,x-1}$: número de dias do mês i entre os cortes x e $x-1$; $TA_{x,x+1}$: taxa de acúmulo entre o corte atual (x) e o próximo corte ($x+1$); $NDM_{x,x+1}$: número de dias do mês i entre os cortes x e

$x+1$ e ND_{mi} : número de dias do mês i .

A densidade de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) foi calculada através da relação entre a massa de forragem (kg MS ha^{-1}) e a altura média (cm) do pasto, contabilizando para o cálculo a altura retirada no corte (50% do dossel forrageiro).

A densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^{-2}) foi determinada em dois pontos amostrais ($0,0225 \text{ m}^2$) em cada parcela, através de contagem visual. Nas mesclas houve a contagem separada dos perfilhos do azevém.

O índice de acamamento foi determinado pela razão entre a altura média do dossel forrageiro e a altura do dossel forrageiro com a porção mais alta completamente estendida antes de cada desfolha. Para tal, foram realizadas cinco leituras em cada parcela para a altura do dossel com a porção mais alta estendida, nos mesmos pontos utilizados para a avaliação da altura do pasto em cada parcela.

A composição morfológica foi determinada em dois pontos amostrais ($0,0225 \text{ m}^2$), nos quais a forragem foi cortada rente ao solo e realizada a separação manual dos componentes morfológicos (folha, colmo e material morto) de cada espécie forrageira. As estruturas com mais de 50% do material em senescência foram consideradas como material morto. Após a separação, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 55°C por 72 horas. Após, as amostras foram pesadas para determinação da proporção dos componentes morfológicos do pasto. A relação folha/colmo foi determinada pela relação entre o peso seco destes dois componentes morfológicos. A composição botânica, quando necessário (mesclas), foi determinada pelo somatório dos pesos secos dos componentes morfológicos de cada espécie forrageira.

3.7 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2), considerando efeitos fixos (época de semeadura, estratégias de forrageamento, ano, e suas interações) e aleatórios (blocos). A dinâmica de acúmulo de forragem ao longo dos meses/cortes foi analisada como medida repetida no tempo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não foi verificada interação ($P < 0,05$) entre época de semeadura, estratégia forrageira e ano agrícola para as variáveis avaliadas. Também não houve interação significativa entre estratégia forrageira e época de semeadura e entre estratégia forrageira e ano agrícola. Por outro lado, foi verificada interação ($P < 0,05$) entre época de semeadura e ano agrícola para altura da pastagem, estande de plantas inicial, densidade populacional de perfilhos, tempo de utilização da pastagem, produção de forragem total (Tabela 2), acamamento da pastagem e proporção de material morto (Tabela 3).

A altura média da pastagem foi superior ($P < 0,05$) no ano de 2019 para ambas as épocas de semeadura (Tabela 2), o que pode ser atribuído à estiagem ocorrida no segundo ano agrícola. A deficiência hídrica provoca redução do potencial de turgor das células vegetais, o que afeta inúmeros processos fisiológicos nas plantas tais como o de alongamento celular, o que compromete seu crescimento. Por outro lado, verificou-se que a altura da pastagem foi superior para o pasto implantado pela sobressemeadura na cultura da soja no primeiro ano agrícola, não havendo diferença para esta característica entre as épocas de semeadura no segundo ano agrícola. A explicação para estes resultados pode estar associada ao alongamento do caule na busca por luminosidade (TAIZ *et al.*, 2017) das plantas estabelecidas por sobressemeadura em 2019, devido a competição por luz com a soja. No entanto, o mesmo não ocorreu em 2020, provavelmente devido à estiagem mais severa, principalmente durante o período onde ocorreu a implantação dos tratamentos por plantio direto após a soja. Somado a isso, a sobressemeadura em 2019 ocorreu com melhores condições de temperatura e umidade que o plantio direto (Figura 1), fato que pode proporcionar melhor desenvolvimento e, conseqüentemente, maiores alturas das pastagens de milho e de capim sudão, tal como os resultados citados por Bonfim-Silva *et al.* (2011) e Almeida *et al.* (2018). Estes resultados discordam em parte daqueles obtidos por Mello (2017) e Andrade (2015), que verificaram que, em situações com limitação de disponibilidade hídrica, a sobressemeadura de plantas forrageiras sobre a cultura da soja em final de ciclo levou a um menor desenvolvimento e altura das plantas.

Tabela 2 – Características produtivas da pastagem de milho e de capim sudão de acordo com o ano e a época de plantio (sobressemeada na soja em R6 ou plantio direto após a colheita da soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.

Ano agrícola	Época de plantio		Média	CV (%)	P – valor		
	SS	PD			Ano	Época	A x E
Altura, cm							
2019	75,47 ^{Aa}	69,68 ^{Ab}	72,58				
2020	43,89 ^{Bb}	48,25 ^{Bb}	46,07	3,47	≤0,001	0,672	0,006
Média	59,68	58,97	59,32				
Estande de plantas, n ^o de plantas m ⁻²							
2019	104,01 ^{Ab}	334,26 ^{Aa}	219,14				
2020	55,09 ^{Bb}	222,68 ^{Ba}	138,89	6,04	≤0,001	≤0,001	0,006
Média	79,55	278,47	179,01				
Densidade populacional de perfilhos, perfilhos m ⁻²							
2019	555,56 ^{Aa}	543,75 ^{Aa}	549,66				
2020	118,06 ^{Bb}	244,44 ^{Ba}	181,25	21,36	≤0,001	0,010	≤0,001
Média	336,81	394,10	365,45				
Utilização da pastagem, dias							
2019	92,00 ^{Aa}	60,00 ^{Bb}	76,00				
2020	70,00 ^{Ba}	50,00 ^{Bb}	60,00	27,55	≤0,001	≤0,001	≤0,001
Média	81,00	55,00	68,00				
Taxa de acúmulo diária de forragem, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹							
2019	94,71	100,37	97,54				
2020	52,26	71,04	61,65	5,03	≤0,001	0,020	0,132
Média	73,49	85,71	79,60				
Produção de forragem total, Ton MS ha ⁻¹							
2019	9,36 ^{Aa}	7,04 ^{Ab}	8,20				
2020	3,66 ^{Bb}	3,55 ^{Bb}	3,61	2,71	≤0,001	0,005	0,011
Média	6,51	5,30	5,90				

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Tukey. SS = sobressemeadura; PD = plantio direto; A x E = ano x época.

O estande médio de plantas até os 30 dias após a implantação foi maior (P<0,05) para o primeiro ano agrícola em ambas as épocas de plantio (Tabela 2), o que está relacionado com o maior estresse hídrico verificado no segundo ano agrícola (Figura 1). A água atua como solvente universal para os processos

fisiológicos na planta, é imprescindível para a germinação de sementes, seja na hidrólise de carboidratos de reserva em carboidratos solúveis (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2019), seja no papel na ativação enzimática do processo germinativo (TAIZ *et al.*, 2017), e por isso a deficiência hídrica afeta muito o estande de plantas dos cultivos. Por outro lado, verificou-se que a semeadura por plantio direto após o cultivo da cultura da soja possibilitou maior estande de plantas em relação à sobressemeadura na cultura da soja, independente do ano agrícola. Vale destacar que a semeadura por plantio direto no primeiro ano agrícola possibilitou maior estande de plantas em relação às demais comparações entre tratamentos para essa característica. O menor estande de plantas para a estratégia de sobressemeadura na cultura da soja está relacionado com o menor contato das sementes com o solo, em função da presença de folhas mortas de soja que caíram (BORGHI *et al.*, 2017) e desta estratégia de implantação não incorporar as sementes no sulco de semeadura (SILVEIRA *et al.*, 2015), deixando-as expostas a luminosidade e ao ar, que provocam perda de umidade do solo, das sementes e das plântulas, resultando em morte de plantas e/ou até não germinação de sementes, e conseqüentemente, redução de estande (PACHECO *et al.*, 2008). Os resultados de estande de plantas são bem superiores aos encontrados por Mello (2017) avaliando plantas de milho sobressemeadas na soja em três estágios (média de 3,44 plantas m⁻² com semeadura em R3, 27 plantas m⁻² em R5 e 33,25 plantas m⁻² em R7), em ensaio onde a sobressemeadura foi muito afetada por estiagem, resultando em estandes de plantas muito baixos.

A densidade de perfilhos foi superior ($P < 0,05$) para o primeiro em relação ao segundo ano agrícola (Tabela 2). O déficit hídrico impede a emissão de novos perfilhos pela planta, estimulando a senescência de perfilhos mais velhos na tentativa de reduzir a perda de água por evapotranspiração com a menor área foliar (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2019). Por outro lado, a densidade de perfilhos não diferiu entre as épocas de semeadura no primeiro ano agrícola, sendo superior para a semeadura por plantio direto após a colheita da soja no segundo ano agrícola. Esses resultados demonstram que a estratégia de implantação da pastagem por sobressemeadura pode ser mais prejudicada pela estiagem em relação à implantação por plantio direto. O sucesso da sobressemeadura em culturas

agrícolas depende da disponibilidade de água, sendo recomendada para regiões chuvosas (RODRIGUES; AVANZA; DIAS, 2011). No Sudoeste do Paraná a pluviosidade média anual é de 1930 mm bem distribuídos ao longo do ano (STACKHOUSE *et al.*, 2015), uma região chuvosa, no entanto em ambos os anos de cultivo ocorreu chuva abaixo da média histórica (1514,10 mm em 2019 e 1324,97 mm em 2020), com precipitação inferior à média histórica nos meses de condução do ensaio (Figura 1), principalmente em 2020. Deve-se considerar ainda que existe um efeito de compensação do perfilhamento, de forma que, em situações em que o estande de plantas é menor, o perfilhamento tende a aumentar, dependendo da capacidade de perfilhamento da planta, em razão da maior disponibilidade de nutrientes e radiação solar, em paralelo com o efeito de compensatório de tamanho e densidade de perfilhos (MATHEW *et al.*, 1995). Isso que possivelmente explica a similar densidade de perfilhos entre as épocas de semeadura no primeiro ano agrícola.

A pastagem apresentou maior ($P < 0,05$) tempo de utilização no primeiro ano agrícola (Tabela 2), reflexo da estiagem mais severa e geadas precoces ocorridas no segundo ano (Figura 1). Verificou-se que o tempo de utilização foi superior nos pastos sobressemeados em relação àqueles estabelecidos por plantio direto após a colheita da soja (Tabela 1), com implantação antecipada em 25 dias. Vale destacar que o tempo de utilização do pasto foi superior para a sobressemeadura na cultura da soja no primeiro ano agrícola em relação às demais combinações possíveis para esta característica. A explicação para isso está relacionada com a antecipação de utilização das espécies de verão utilizadas em condições climáticas mais favoráveis (i.e., temperaturas, umidade, e radiação solar superior) (EMBRAPA, 2015), em relação às mesmas espécies que apresentaram sua utilização retardadas pela semeadura por plantio direto após a cultura da soja. Deve-se destacar que a finalização do período de utilização dos pastos ocorreu pela finalização de seu ciclo em função das baixas temperaturas e pelas primeiras geadas (EMBRAPA, 2015) ocorridas na região. O tempo de utilização de pastagens semeadas no final do ciclo da soja varia muito, em função da região de cultivo e condições de clima, principalmente. Na região sul do Brasil, as baixas temperaturas e ocorrência de geadas são os determinantes para o fim do ciclo de forrageiras

estivais como o milho e o capim sudão, o que ocorreu nesse ensaio e em outros como o de Mello (2017), com período máximo de 71 dias para ciclo de milho da semeadura até morte por geada. Já em regiões mais quentes como o centro-oeste do Brasil é possível ciclos mais longos, em épocas ou regiões chuvosas, caso de Pacheco *et al.* (2008) no estado de Goiás verificou que o milho sobressemeado na cultura da soja em R7 apresentou ciclo de mais de 100 dias, em experimento para avaliar cobertura do solo. Todavia, Andrade (2015) obteve tempo de utilização da pastagem de milho (40 dias) inferior ao deste ensaio quando sobressemeado na soja em R5 no estado de Tocantins.

A taxa de acúmulo foi superior ($P < 0,05$) no primeiro em relação ao segundo ano agrícola (Tabela 2), o que já se provou ser efeito da melhor pluviosidade neste período. Por outro lado, verificou-se que a taxa de acúmulo foi menor para os pastos sobressemeados em relação àqueles semeados por plantio direto no primeiro ano agrícola. O plantio direto proporcionou maior taxa de acúmulo diário de forragem, possivelmente, devido o maior estande de plantas e maior densidade populacional de perfilhos (Tabela 2). Esses resultados não eram esperados, pois em condições adequadas de umidade, a sobressemeadura possibilita a implantação antecipada de forrageiras sobre a cultura da soja, possibilitando maior tempo de utilização das pastagens estivas e clima mais favorável na época da implantação, o que conseqüentemente gera maior produtividade da pastagem (MACHADO, 2011). Tal situação foi constatada por Andrade (2015), com maior taxa de acúmulo diária de forragem de milho quando implantado por sobressemeadura na soja ($17,90 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em relação ao milho semeado após a colheita da soja ($11,26 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), resultados inferiores aos obtidos neste experimento.

A produção de forragem foi superior ($P < 0,05$) no primeiro ano agrícola em relação ao segundo (Tabela 2), o que pode ser atribuído a melhor pluviosidade deste período (figura 1). Por outro lado, a produção de forragem foi superior para os pastos sobressemeados em relação aos pastos semeados por plantio direto após a cultura da soja no primeiro ano agrícola, não havendo diferença entre a época de semeadura no segundo ano agrícola para esta característica. Vale destacar que a produção de forragem foi superior para os pastos sobressemeados no primeiro ano

agrícola em relação às demais comparações possíveis entre os fatores de variação para esta característica. Estes resultados podem ser atribuídos ao maior período de utilização da pastagem e aos fatores climáticos favoráveis no primeiro ano agrícola. Estes resultados para produção de forragem são expressivos, considerando a curta janela de cultivo de forrageiras estivais após a soja nas regiões onde ocorrem geadas no sul do Brasil. Resultados inferiores foram constatados por Silva *et al.* (2012), avaliando a produção de massa seca de milho em diferentes alturas de corte (20 e 25 cm) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N), com maior produção total de massa seca no tratamento cortado a 25 cm e com dose de N de 100 kg ha⁻¹ (1666,22 kg ha⁻¹). A produção de forragem de milho (2036 kg ha⁻¹) após a soja também foi inferior em ensaio no Estado do Mato Grosso do Sul (MACHADO; ASSIS, 2010) comparada a este experimento.

O acamamento de plantas foi menor ($P < 0,05$) no primeiro ano agrícola nos pastos sobressemeados, não havendo diferença do acamamento de plantas entre os anos agrícolas para os pastos implantados por plantio direto (Tabela 3). O maior acamamento de plantas para a semeadura por plantio direto no primeiro ano agrícola pode estar relacionada com a maior densidade de perfilhos, que acarretou maior competição por luz, alongamento e redução do diâmetro de colmo, tornando-as susceptíveis ao acamamento (RODRIGUES *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2013). O acamamento de plantas foi superior ($P < 0,05$) para os pastos sobressemeados em relação aos pastos implantados por plantio direto no segundo ano agrícola (Tabela 3). O maior acamamento dos pastos implantados por sobressemeadura na soja em R6 em 2020 pode ser atribuído à maior restrição hídrica das plantas (dentro da condição de estiagem mais severa desse ano) ocasionado pela semeadura indireta na superfície do solo, com baixo contato entre solo e sementes, acarretando menor desenvolvimento e aprofundamento radicular, determinando maior murchamento das plantas (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2019). Era visível a menor profundidade do sistema radicular das plantas sobressemeadas ao se comparar com as plantas implantadas em plantio direto ao se constatar a ocorrência de tombamento na primeira simulação de pastejo de algumas das plantas implantadas a lanço. O menor contato das sementes com o solo é um dos principais desafios da técnica de implantação de forrageiras por sobressemeadura em comparação ao plantio direto, e a deposição

das sementes sobre o solo pode implicar em elevada redução do estande plantas (PACHECO *et al.*, 2008; BORGHI *et al.*, 2017).

Tabela 3 – Densidade de forragem e componentes morfológicos dos pastos de milho e de capim sudão de acordo com o ano agrícola e a época de plantio (sobressemeadura na soja em R6 ou plantio direto após a colheita da soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.

Ano agrícola	Época de plantio		Média	CV (%)	P – valor		
	SS	PD			Ano	Época	A x E
Acamamento							
2019	1,36 ^{Bb}	1,44 ^{Aa}	1,39				
2020	1,54 ^{Aa}	1,41 ^{Ab}	1,47	10,25	0,013	0,379	0,001
Média	1,45	1,42	1,43				
Densidade de forragem, kg ha cm ⁻¹							
2019	28,26	33,67	30,97				
2020	62,07	57,01	59,54	6,57	≤0,001	0,968	0,232
Média	45,17	45,34	45,25				
Folha, %							
2019	48,04	53,87	50,96				
2020	65,63	68,22	66,93	9,48	≤0,001	≤0,001	0,172
Média	56,84	61,05	58,94				
Colmo, %							
2019	50,12	44,05	47,09				
2020	34,37	31,78	33,08	12,25	≤0,001	0,001	0,120
Média	42,25	37,92	40,08				
Material morto, %							
2019	1,54 ^{Aa}	0,58 ^{Ab}	1,06				
2020	0,58 ^{Bb}	0,83 ^{Bb}	0,71	6,67	0,830	0,973	0,001
Média	1,06	0,71	0,88				
Relação folha/colmo							
2019	1,04	1,41	1,23				
2020	1,98	2,19	2,09	19,36	≤0,001	0,007	0,382
Média	1,51	1,80	1,66				

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SS = sobressemeadura; PD = plantio direto; A x E = ano x época.

A densidade de forragem foi superior ($P < 0,05$) no primeiro ano agrícola

em relação ao segundo (Tabela 3), não havendo diferença entre as épocas de semeadura para esta característica. A maior densidade de forragem no segundo ano agrícola pode ser explicada pela menor altura e maior proporção de folhas dos pastos, tal como sugerido por Gonçalves *et al.* (2009) e Pellegrini *et al.* (2010). Por outro lado, a similaridade para a densidade de forragem entre as épocas de semeadura pode ter ocorrido em função da elevação da altura ter sido acompanhada pelo aumento na produção de forragem, tal como verificado por Santos *et al.* (2010).

A proporção de folhas foi superior ($P < 0,05$) no segundo ano agrícola em relação ao primeiro (Tabela 3), enquanto que a proporção de colmo e relação folha/colmo foi superior para o primeiro ano agrícola em relação ao segundo. Estes resultados podem ser atribuídos à menor pluviosidade ocorrida no segundo ano agrícola, o que determinou que as plantas reduzissem seu desenvolvimento, especialmente de colmos, devido à falta de água para os processos fisiológicos de divisão e alongamento celular, tal como sugerido pela literatura (TAIZ *et al.*, 2017; ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2019). Em virtude da estiagem as plantas tiveram menor crescimento, com menor alongamento de entrenós, e conseqüentemente, apresentaram alta proporção de folhas perante colmos (GONÇALVES *et al.*, 2009; PELLEGRINI *et al.*, 2010; ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2019). Ainda, devido à ocorrência de geadas precoces em 2020, a pastagem ainda estava em fases iniciais de desenvolvimento, com baixa proporção de material morto (AIOLFI, 2016) e alta participação de folhas (GONÇALVES *et al.*, 2009; PELLEGRINI *et al.*, 2010).

A proporção de folhas e a relação folha/colmo foram superiores ($P < 0,05$) para os pastos semeados por plantio direto em relação aos pastos sobressemeados (Tabela 3). Estes resultados podem ser atribuídos ao maior alongamento dos colmos dos pastos sobressemeados em busca de luminosidade (RODRIGUES *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2013). Além disso, a maior proporção de folhas do pasto implantado a partir da semeadura por plantio direto pode ser atribuído a melhor uniformidade de disposição de plantas e melhor estabelecimento quando comparada a semeadura a lanço, tal como proposto por BORGHI *et al.* (2017).

A proporção de material morto foi superior ($P < 0,05$) no primeiro ano

agrícola em relação ao segundo (Tabela 3). Estes resultados podem ser atribuídos, em parte, a estiagem ocorrida no segundo ano agrícola. Isso determinou que os pastos cessassem seu crescimento, determinando menor avanço do seu ciclo produtivo. A senescência aumenta com o avanço do ciclo vegetativo das plantas forrageiras (AIOLFI, 2016). Por outro lado, verificou-se que a proporção de material morto foi superior para os pastos sobressemeados em relação aos semeados por plantio direto após a cultura da soja no primeiro ano agrícola, não havendo diferença para esta característica entre as épocas/formas de semeadura no segundo ano agrícola. A maior proporção de material morto para os pastos sobressemeados no primeiro ano agrícola podem ser explicados pela maior produção de forragem, o que pode ter aumentado o sombreamento das folhas do extrato inferior do dossel e gerado maior senescência (SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017). Além disso, os pastos sobressemeados com adequada umidade antecipam seu crescimento em condições mais favoráveis de clima (PACHECO *et al.*, 2008), o que pode ter determinado que estes pastos se encontrassem em estágio de desenvolvimento mais avançado e, portanto, em fase de maior senescência das folhas. Por outro lado, a similar proporção de material morto entre as épocas de semeadura no segundo ano agrícola pode ser atribuído à redução no desenvolvimento das plantas em função da restrição hídrica ocorrida neste período.

A altura dos pastos não diferiu ($P < 0,05$) entre as estratégias de forrageamento (milheto ou capim sudão em cultivo solteiro ou consorciados com azevém) (Tabela 4). Estes resultados estão de acordo com a literatura (PACHECO *et al.*, 2008; PACHECO *et al.*, 2014), que demonstram não haver diferença no desenvolvimento destas duas forrageiras (milheto e capim sudão). Esperava-se que estas forrageiras respondessem ao cultivo em consórcio com o azevém elevando sua altura em função da concorrência com o azevém e redução da população de plantas. Todavia, como as estas forrageiras apresentam maior altura em relação ao azevém, elas ocuparam o extrato superior do pasto, não havendo muita competição por luz em relação ao azevém. Além disso, deve-se destacar que o azevém foi suprimido pelas forrageiras de verão, possivelmente em função da menor incidência de luz no extrato inferior dos pastos, levando ao aumento da senescência do azevém e redução do seu ciclo vegetativo, tal como sugerido/verificado por Soares

et al. (2009) e Lopes *et al.* (2017). Isso possivelmente reduziu o impacto da mescla forrageira sobre as estratégias das plantas de milho e capim sudão para elevação de sua altura e captação de luz. Deve-se destacar, no entanto, que a menor densidade de plantas, de forma geral, pode acarretar menor desenvolvimento em altura em função da maior incidência de luz nos extratos inferiores do pasto (MATTHEW *et al.*, 1995).

Tabela 4 – Características produtivas da pastagem milho e de capim sudão de acordo com a estratégia de forrageamento (milho solteiro ou capim sudão solteiro ou milho com azevém ou capim sudão com azevém). UTFPR – Pato Branco, 2021.

Itens	Estratégias de forrageamento				P – valor
	M	S	M + A	S + A	
Altura, cm	58,89	61,86	57,16	59,38	0,283
Estande, plantas m ⁻²	239,04 ^a	159,72 ^b	169,91 ^b	147,37 ^b	≤0,001
DPP, perfilhos m ⁻²	404,17 ^b	473,38 ^a	257,87 ^d	326,39 ^c	≤0,001
DUP, dias	68,00	68,00	68,00	68,00	0,402
TAD, kg ha dia ⁻¹	86,29	76,60	79,82	75,68	0,421
PF, Ton ha ⁻¹	6,50	5,65	5,89	5,57	0,347
Acamamento, %	30,00	30,02	30,03	28,11	0,116
DF, kg MS m ⁻²	47,32	44,64	45,52	43,51	0,934
Folha, %	60,93 ^a	58,20 ^{ab}	61,22 ^a	55,40 ^b	≤0,001
Colmo, %	38,42 ^b	40,19 ^{ab}	38,47 ^b	43,25 ^a	0,004
Material morto, %	0,65 ^b	1,44 ^a	0,31 ^b	1,35 ^a	≤0,001
Folha/Colmo	1,76	1,69	1,73	1,44	0,107

M = Milho; S = capim sudão; A = azevém; DPP = densidade populacional de perfilhos; DUP = dias de utilização da pastagem; PF = produção de forragem; TAD = taxa de acúmulo diária; DF = densidade da forragem. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Tukey.

O estande de plantas foi superior (P<0,05) para os pastos de milho cultivado solteiro em relação as demais estratégias de forrageamento (Tabela 4). O milho apresenta alta adaptação ao plantio direto ou a lanço, com sementes de alta germinação e vigoroso desenvolvimento inicial, superior a outras forrageiras (MACHADO; ASSIS, 2010). Nesse sentido, apesar da densidade de semeadura do milho ser inferior à do capim sudão (15 kg ha⁻¹ e 25 kg ha⁻¹, respectivamente) a quantidade de sementes de milho é mais alta, devido ao baixo peso específico das sementes de milho (FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2012), o que pode ter proporcionado esses resultados. No entanto, o peso específico das sementes do milho implica em baixo material de reserva (HESSEL *et al.*, 2012), tornando-o pouco competitivo por água e nutrientes durante o processo de germinação e estabelecimento inicial quando ocorre concorrência com outras espécies, e isso deve ter afetado o estande de plantas de milho quando cultivadas com azevém.

A densidade populacional de perfilhos nos pastos em cultivo solteiro foi superior ($P < 0,05$) no capim sudão em relação ao milheto (Tabela 4), assim como relatado por Pacheco *et al.* (2019). Os pastos em cultivo solteiro apresentaram maior perfilhamento que aqueles cultivados em consórcio com o azevém. A competição por água, luz e nutrientes com o azevém afetou a emissão de perfilhos das pastagens de milheto e de capim sudão nas mesclas. A emissão de mais perfilhos nos pastos solteiros é uma resposta fisiológica esperada à maior disponibilidade de recursos (SBRISSIA; DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007), principalmente de radiação solar (MATTHEW *et al.*, 1995; SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017).

O período de utilização dos pastos não foi alterado ($P < 0,05$) pela estratégia forrageira utilizada (tabela 4). Estes resultados estão associados ao fato de que ambas as forrageiras avaliadas (milheto e capim sudão) são forrageiras anuais de verão, sensíveis às baixas temperaturas e geadas do início do outono/inverno (SILVEIRA *et al.*, 2015; ADAMI *et al.*, 2020). Desta forma, na prática, verificou-se que tanto o capim sudão como o milheto encerram seu ciclo com as primeiras geadas ocorridas na região. Mello (2017) também observou a supressão de milheto por geadas quando cultivado após a soja, com período de utilização semelhante ao observado neste estudo e por Andrade (2015). Pacheco *et al.* (2014) também obtiveram valores semelhantes, com 63 dias de pastejo contínuo de vacas sobre milheto ou capim sudão. Levando em consideração que o ciclo médio total para a maioria das cultivares de milheto é de cerca de 100 dias (PACHECO *et al.*, 2013; ADAMI *et al.*, 2020), um tempo de utilização da pastagem de quase 70 dias pode ser considerado longo, sobretudo nas condições de clima (i.e., temperatura e ocorrência de geadas) do sul do Brasil (EMBRAPA, 2014).

A taxa de acúmulo diária de forragem e a produção de forragem total não diferiram ($P < 0,05$) entre os pastos de milheto ou capim sudão em cultivos solteiros ou em consórcio com o azevém (Tabela 4). Estes resultados demonstram que as diferenças verificadas para o estande de plantas e perfilhamento não foram suficientes para alterar a produção de forragem destas estratégias forrageiras, tal como verificado por Barth Neto *et al.* (2013). Estes resultados são um indicativo de que tanto o milheto e o capim sudão podem ser utilizados em consórcios com cultivares de inverno para redução do vazio forrageiro de outono, visto que já se

sabe que o milho consorcia-se bem com leguminosas, por exemplo (FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2012). Entretanto, novos estudos devem ser realizados com intuito de avaliar a viabilidade econômica, bem como o incremento no tempo de utilização das pastagens, produção e qualidade da forragem de mesclas forrageiras implantadas por plantio direto ou sobressemeadura nas culturas de grãos no verão. Vale ressaltar que o número de estudos realizados para os esclarecimentos a este respeito é limitado (STEINWANDTER *et al.*, 2009), o que justificam novas pesquisas, especialmente no que se refere a estratégias de implantação das pastagens após a cultura de grãos a fim de aumentar o tempo de utilização do pasto e produção de forragem. Pacheco *et al.* (2014) também não encontraram diferenças entre o milho e o capim sudão para a massa de forragem e a taxa de acúmulo diário de forragem. Os mesmos autores afirmam ainda que o capim sudão não apresenta comportamento de maior tolerância ao déficit hídrico do que o milho, o que também foi observado nos resultados deste estudo (i.e., produção de forragem, dias de utilização da pastagem, altura de plantas).

O acamamento e a densidade de forragem não diferiram ($P < 0,05$) entre os pastos de milho ou capim sudão em cultivo solteiro ou em consórcio com o azevém (Tabela 4). Estes resultados podem ser atribuídos a similar altura e produção de forragem nestas estratégias de forrageamento (GONÇALVES *et al.*, 2009; PELLEGRINI *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2013). Entretanto, era esperado, pelo menos em parte, que o maior estande de plantas dos pastos de milho solteiro ou a maior densidade de perfilhos do capim sudão solteiro proporcionassem maior acamamento e menor densidade de forragem, mas isto não ocorreu. Possivelmente isso se explica pelo efeito compensatório entre a menor densidade e o maior tamanho dos perfilhos (MATHEW *et al.*, 1995).

A proporção de folhas, colmos e de material morto da pastagem teve interação ($P < 0,05$) com as estratégias de forrageamento (Tabela 4). A menor ($P < 0,05$) participação de folhas no dossel forrageiro foi verificada na pastagem de capim sudão em mescla com azevém (Tabela 4), provavelmente devido a maior participação de colmos nesta estratégia forrageira. As pastagens de milho, tanto solteiro quanto em mescla com azevém, apresentaram maior proporção de folhas que as pastagens de capim sudão, justamente por apresentaram menor proporção

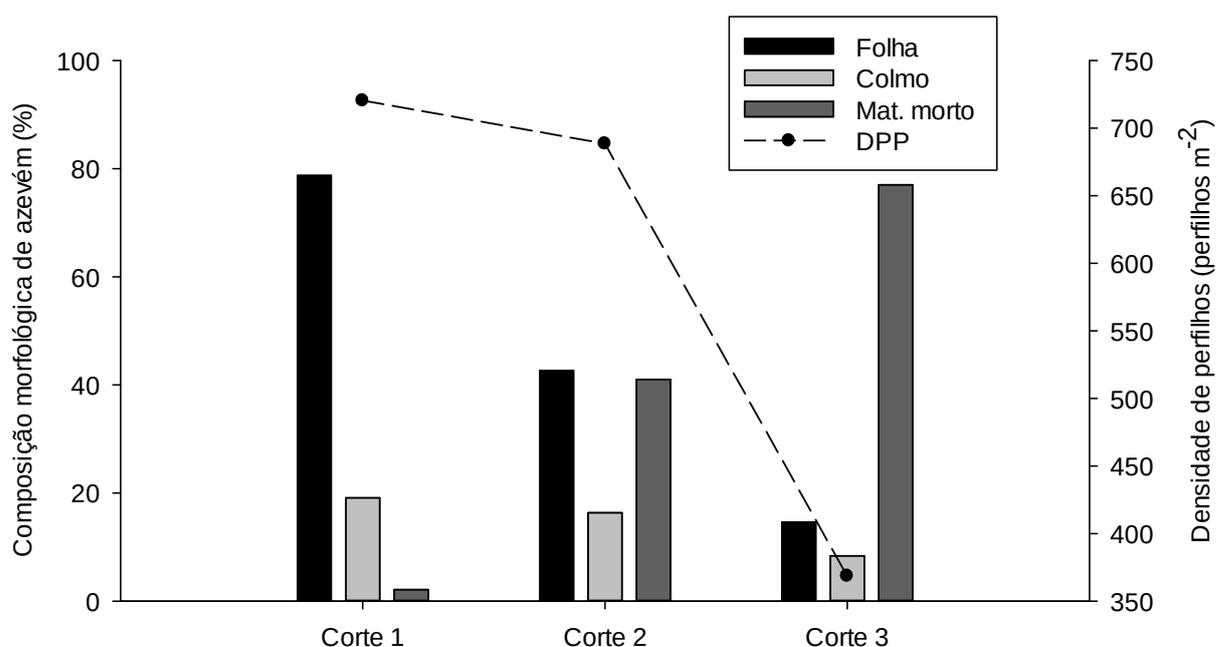
colmos. A relação inversamente proporcional entre proporção de folhas e de colmos era exatamente o resultado esperado, no entanto, as diferenças ($P < 0,05$) entre as estratégias de forrageamento não se estenderam para a relação folha/colmo das pastagens (Tabela 4). Estes resultados estão atrelados ao maior estande de plantas e as características morfológicas do milheto, forrageira que tende a possuir uma menor proporção de colmos comparativamente ao capim sudão (PACHECO, 2013). A menor participação de folhas e maior de colmos nas mesclas é explicada pela maior competição por recursos, principalmente luminosidade (SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017), devido à maior densidade de plantas e perfilhos, o que proporciona folhas menores, e maior proporção de colmos (RODRIGUES *et al.*, 2012). Pacheco *et al.*, (2019) obtiveram resultados semelhantes, com maior participação de folhas e de folhas vivas em milheto em comparação ao capim sudão. Em outro estudo, no entanto, Pacheco *et al.*, (2014) não encontraram diferenças entre a proporção de folhas, colmos e material morto entre milheto e capim sudão.

A proporção de material morto foi superior ($P < 0,05$) para as pastagens de capim sudão em relação as pastagens de milheto, tanto nas pastagens solteiras quanto nas cultivadas com azevém (Tabela 4). O capim sudão tende a apresentar mais material morto na porção inferior do dossel ao decorrer do seu ciclo, principalmente quando não é pastejado ou sob pastejo contínuo, comparativamente à cultura do milheto, mesmos os cultivares melhorados como o utilizado no ensaio (BRS Estribo) (SILVEIRA *et al.*, 2015; PACHECO *et al.*, 2019).

No que se refere ao azevém, não foi verificada interação e nem efeito significativo individual dos fatores de variação para as variáveis avaliadas (densidade populacional de perfilhos; proporção de folha, colmo e material morto de azevém). Os resultados médios desta espécie são apresentados apenas para demonstrar a dinâmica do azevém ao longo do tempo (Figura 2). É importante dizer que ocorreram três cortes (um no final de abril e dois em maio, no início e no final do mês) apenas nos tratamentos sobressemeados na soja em R6, pois os tratamentos implantados após a colheita da soja por plantio direto possibilitaram apenas 2 cortes (dois no mês de maio, um no início e um no final do mês), e esses cortes não atingiam as plantas de azevém. Nota-se que ao longo dos cortes que as plantas de azevém tiveram aumento na sua proporção de material morto e redução da

proporção de colmos e de folhas, principalmente, ao passar do tempo, assim como redução na densidade populacional de perfilhos. Isso era esperado devido à alta competição dentro das mesclas com milheto ou capim sudão, plantas de estatura mais elevada que o azevém (SBRISSIA *et al.*, 2015). O azevém Barjumbo apresenta alta relação folha/colmo, com alongamento tardio dos entrenós (AIOLFI, 2016). A diminuição do teor de colmos no segundo e terceiro cortes é relacionada ao aumento da senescência e morte de colmos, assim como morte de folhas e de perfilhos inteiros, como pode-se se notar na brusca queda na população de perfilhos do segundo para o terceiro corte. Isto ocorreu provavelmente devido o elevado sombreamento do azevém nas mesclas com milheto e com capim sudão (SBRISSIA *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2017), além dos fatores déficit hídrico (Figura 1), principalmente em 2020, e da senescência de folhas de azevém pela idade avançada devido à ausência de corte, já que os cortes da pastagem não atingiam o azevém, só eram desfolhados o milheto e o capim sudão porque a altura do corte (cerca de 30 cm) era superior a altura do azevém (cerca de 25 cm).

Figura 2 – Composição morfológica (proporção de folha, colmo e material morto) e densidade populacional de perfilhos de azevém média ao longo do tempo (diferentes cortes das pastagens de mesclas de azevém com milheto ou com sudão e sobressemeadas ou implantados por plantio direto após a soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.

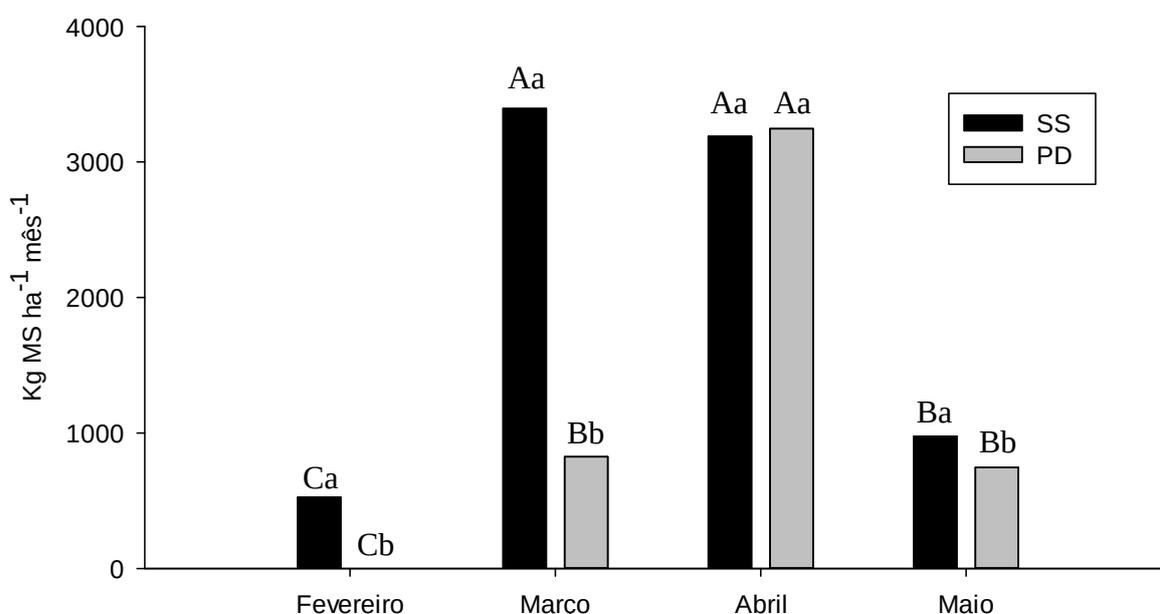


Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes entre os meses diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes entre as colunas de um mesmo mês diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Folha = proporção de folhas de azevém; Colmo = proporção de colmos de azevém; Mat. Morto = proporção de material morto de azevém; DPP = densidade populacional de perfilhos de azevém.

Os resultados apresentados demonstram que o azevém é pouco competitivo dentro de mesclas de milho ou capim sudão manejadas em alturas superiores à do azevém, comprometendo muito a persistência do azevém após a morte por geadas das forrageiras estivais, impossibilitando a implantação antecipada do azevém desta forma, ao menos com essas culturas e na altura de manejo adotada.

No que se refere a dinâmica das pastagens implantadas em diferentes épocas, avaliada a partir da taxa de acúmulo mensal (Figura 3), ocorreu interação significativa entre épocas de semeadura e meses de acúmulo. Verificou-se resultados superiores ($P < 0,05$) para os pastos sobressemeados, com exceção do mês de abril, onde não diferiu do plantio direto. O mês de abril apresentou o maior acúmulo de forragem mensal médio, não diferindo do acúmulo de março dos pastos sobressemeados, ambos superiores aos acúmulos de maio e do plantio direto em março, que não se diferiram. O menor acúmulo ocorreu em fevereiro.

Figura 3 – Dinâmica de produção de forragem mensal média dos anos de 2019 e 2020 dos pastos de milho e de capim sudão de acordo com a época de plantio (sobressemeadura na soja em R6 ou plantio direto após a colheita da soja). UTFPR – Pato Branco, 2021.



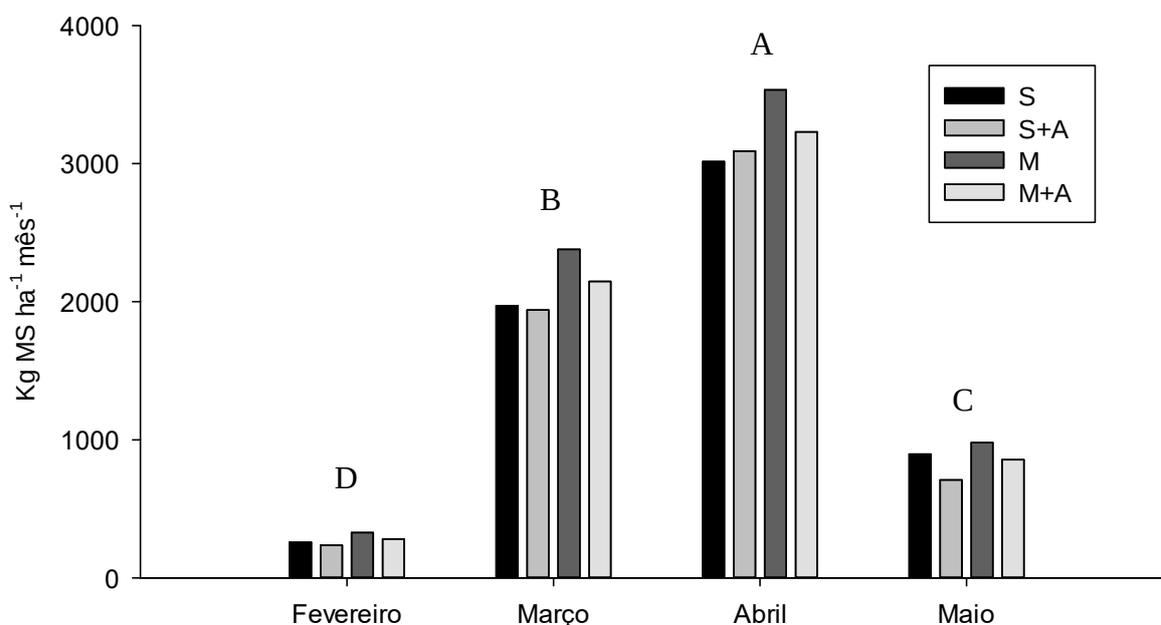
Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes entre os meses diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes entre as colunas de um mesmo mês diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SS = sobressemeadura; PD = plantio direto.

A sobressemeadura possibilitou maior produção ($P < 0,05$) de forragem

e produção antecipada de forragem em comparação ao plantio direto apenas após a colheita da soja (Figura 3). Mais importante que isso, do ponto de vista produtivo, verificou-se que a sobressemeadura possibilitou a antecipação da produção de forragem (fevereiro) em relação ao plantio direto após a colheita dos grãos, o que possibilita a redução do vazio forrageiro de outono. Estes resultados superiores para os pastos sobressemeados são explicados pela implantação antecipada perante os implantados após a colheita da soja, o que possibilitou maior tempo de utilização da pastagem (Tabela 2) e maior número de cortes (3).

No que se refere à dinâmica de produção de forragem entre as estratégias forrageiras anuais de verão (Figura 4), avaliada pela taxa de acúmulo mensal de forragem ao longo do período de utilização dos pastos, não foi verificada diferença estatística entre as estratégias. O maior ($P < 0,05$) acúmulo de forragem mensal ocorreu em abril, seguido por março e maio, com menor acúmulo em fevereiro (Figura 4).

Figura 4 – Dinâmica de produção de forragem mensal média dos anos de 2019 e 2020 dos pastos de milho e de capim sudão de acordo com a estratégia de forrageamento (capim sudão solteiro ou capim sudão com azevém ou milho solteiro ou milho com azevém). UTFPR – Pato Branco, 2021.



Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes entre os meses diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. S = capim sudão; S+A = capim sudão + azevém; M = milho solteiro; M+A = milho + azevém..

A ausência de diferença entre as estratégias forrageiras já foi citada e discutida para a taxa de acúmulo diária de forragem, e basicamente é atrelada à grande semelhança em produção de forragem do milho e do capim sudão e na baixa capacidade competitiva do azevém dentro das mesclas a ponto de comprometer a produção de forragem do milho ou do capim sudão.

Os resultados deste trabalho indicam que a sobressemeadura de milho ou capim sudão proporcionam maior tempo de utilização da pastagem e maior produção de forragem do que o plantio direto após a soja, com maior produção de forragem para o milho. Também fica evidente que o cultivo em consórcio com azevém pode prejudicar a produção de forragem de milho ou capim sudão. Sendo assim, com base nisso, pode-se inferir que o uso de milho solteiro em sobressemeadura na cultura da soja em R6 é a melhor opção para reduzir o vazio forrageiro de outono no Sul do Brasil dentro das estratégias forrageiras e épocas testadas.

5 CONCLUSÕES

É possível implantar milho e capim sudão por sobressemeadura na cultura da soja em estágio fenológico R6. Esta estratégia reduz o período entre a colheita da soja e início do pastejo, e é uma das estratégias possíveis para a redução dos períodos de vazio forrageiro em SIPAs no sul do Brasil.

O azevém tolera semeadura precoce em mescla com milho ou capim sudão a lanço sobre a cultura da soja em final de ciclo ou em plantio direto após a colheita da soja no sul do Brasil. No entanto, a alta competição dentro da mescla forrageira somada a temperaturas elevadas prejudicam a persistência do azevém na área até a ocorrência de geadas para suprimir as forrageiras estivais.

O milho e o capim sudão cultivados solteiros ou em consórcio com azevém durante o outono no sul do Brasil produzem alta biomassa forrageira.

O azevém não compromete significativamente a produção de forragem de milho ou capim sudão quando cultivados em mescla, no entanto, ainda faltam justificativas para indicar o uso deste tipo de mistura forrageira.

O plantio direto garante melhor e mais rápido estabelecimento de forrageiras que a sobressemeadura, no entanto, isso não garante necessariamente uma produção de forragem superior.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessários mais ensaios e com outras cultivares de azevém para atestar a viabilidade do consórcio de azevém com forrageiras estivais implantados precocemente como estratégia de redução de vazios forrageiros.

Uma das hipóteses para aumentar a eficiência das mesclas forrageiras com azevém é reduzir a altura de manejo do milho e do capim sudão. É possível que a redução da altura de entrada em pastejo destas forrageiras para 30 cm possa aumentar a competitividade e permanência do azevém nos consórcios. No entanto, esta altura de manejo é bem inferior a recomendada para o milho e o capim sudão, e seria preciso avaliar os impactos negativos deste manejo na sua produtividade.

Para melhorar a eficiência da implantação antecipada de forrageiras na cultura da soja se torna necessário o desenvolvimento de equipamentos que possibilitem a semeadura em plantio direto de pastagens na entrelinha da soja em final de ciclo, sem gerar danos a produtividade da soja. Contudo, já existem equipamentos como o desenvolvido para o sistema antecipe da Embrapa, que objetiva a implantação antecipada do milho segunda safra antes da colheita da soja. Todavia, para tal fim, devem ser utilizadas cultivares de soja de hábito de crescimento mais ereto e de baixa emissão de ramos laterais, para evitar danos mecânicos.

Para ensaios futuros, se sugere o uso de mais espécies forrageiras, tais como o sorgo, pelo elevado potencial de produção de biomassa e ciclo mais longo que milho e capim sudão, e forrageiras anuais hibernais como a aveia preta, o centeio e o trigo forrageiro, devido a maior adaptabilidade a semeadura em períodos mais quentes do ano. Sugere-se também diferentes alturas de manejo das mesclas forrageiras.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, P. F. *et al.* Plantas de cobertura nas entressafras soja-trigo e soja-soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 16551-16567, 2020.
- AIOLFI, R. B. **Adaptação de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual às condições climáticas do sudoeste do Paraná.** 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- ALLEN, V. G. *et al.* An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v.66, n.1, p.2-28, 2011.
- ALMEIDA, M. C. R. *et al.* Crescimento vegetativo de cultivares de milho sob diferentes disponibilidades hídricas. **Magistra**, v. 29, n. 2, p. 161-171, 2018.
- ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2014.
- ANDRADE, C. A. O. **Sobressemeadura de espécies forrageiras em soja para viabilidade do plantio direto e integração lavoura-pecuária no Tocantins.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins.
- ARAÚJO JÚNIOR, G. N. *et al.* **Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão.** Pubvet, v. 13, p. 1-10, 2019.
- ASSMANN, T. S. *et al.* Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. In: JAMHOUR, J.; ASSMANN, T. S. **Palestras: intensificação com sustentabilidade.** Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1; Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul de Brasil, 4. 2017. Cascavel. Pato Branco: UTFPR Câmpus Pato Branco, 2017. 165 p. ISBN 978-85-99584-10-1.
- BALBINO, L. C. *et al.* **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta.** 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.
- BARTH NETO, A. *et al.* Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 329-338, 2013.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:905-915, 2000.
- BONFIM-SILVA, E. M. *et al.* Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.
- BORGES, W. L. B. *et al.* Plantas de cobertura para o noroeste do estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 799-805, 2015.
- BORGHI, E. *et al.* **Sobressemeadura de capins na soja para sistemas de**

Integração Lavoura-Pecuária. Embrapa Pesca e Aquicultura-Documents (INFOTECA-E), 2017.

BORTOLINI, P. C.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2192-2199, 2005.

SILVEIRA, M. C. T. *et al.* **Aspectos relativos à implantação e manejo de capim-sudão BRS Estribo.** Embrapa Pecuária Sul-Documents (INFOTECA-E), 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.** 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 306 p., 2013.

FAO. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification.** Integrated Crop Management, v. 13, 64p., 2010.

FERRAZZA, J. M. *et al.* **Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura.** Ciência Rural, v. 43, n. 7, p. 1174-1181, 2013.

FINN, J. A. *et al.* **A. Plant diversity in intensively managed grasslands can improve resource use efficiency and alleviate effects of extreme climate events.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 54., 2017, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: SBZ, 2017. p. 198-206.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Gramíneas forrageiras anuais de verão. FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul-Brasileira.** Brasília: EMBRAPA, p. 231-245, 2012.

GONÇALVES, E. N. *et al.* Relações planta animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1655-1662, 2009.

HESSEL, C. L. E. *et al.* Mesa densimétrica e qualidade fisiológica de sementes de brachiária. **Informativo Abrates**, v. 22, n. 3, p. 73-76, 2012.

LA VALLIE, M. N. **Establishment of perennial legumes with an annual warmseason grass as a companion crop.** 2019. Thesis (Master Degree). University of Nebraska-Lincoln.

LITTELL, R. C. *et al.* **Sas for Mixed Models.** 2.ed. Cary: SAS Institute, 2006.

LOPES, C. M. *et al.* Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z. Sobressemeadura de forrageiras: aumento da disponibilidade

de pasto e palha. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 124, 2011.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n. 4, p. 415-422, 2010.

MAGALHÃES, J. A. *et al.* Eficiência do nitrogênio, produtividade e composição do capim-andropogon sob irrigação e adubação. **Arch. zootec.**, Córdoba, v. 61, n. 236, p. 577-588, dic. 2012.

MAGNABOSCO, C.U.; MUNIZ, L.C.; FIGUEIREDO, R.S.; WANDER, A.E.; TROVO, J.B.F.; MARTHA JUNIOR, G.B. **Boletim de pesquisa e Desenvolvimento 261: Avaliação econômico-financeira e análise de risco em sistema de integração lavoura e pecuária conduzida no estado de Goiás**. EMBRAPA, 2009. 32p.

MAIXNER, Adriano Rudi; DA SILVA, Gustavo Martins. A escolha de forrageiras para a produção de leite. In: **Embrapa Pecuária Sul-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CURSO DE PRODUÇÃO DE LEITE ORGÂNICO, 2015, Concórdia. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015.

MARTHA JR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. **Pecuária brasileira e a economia de recursos naturais**. 2011.

MATTHEW, C. *et al.* A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of botany**, v. 76, n. 6, p. 579-587, 1995.

Mello, G. R. **Cultivo de milho em sobressemeadura da soja em clima temperado**. 2017. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina.

MIGLIORINI, F. *et al.* Production of annual winter forage sown before and after soybean harvest under different nitrogen fertilization levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1209-1216, 2010.

MORAES, A. *et al.* Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Synerg. scyentifica**, v. 6, p. 1-9, 2011.

OLIVEIRA, J. R. **Integração lavoura pecuária: procedimentos agrônômicos para o uso de herbicidas no consórcio de milho e papuã**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ORTIZ, S. **Produção de forrageiras hibernais semeadas antes e após a colheita da soja, sob doses de adubação nitrogenada**. 2014. 43p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.

PACHECO, L. P. *et al.* Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.815-823, 2008.

PACHECO, R. F. *et al.* Morfogênese de pastagens de milho e capim sudão submetidas ao pastejo contínuo. **Boletim De Indústria Animal**, v. 76, p. 1-7, 2019.

PACHECO, R. F. *et al.* Características produtivas de pastagens de milho ou capim sudão submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. **Cienc. anim. bras.**,

Goiânia, v.15, n.3, p. 266-276, jul./set. 2014.

PACHECO, R. F. **Parâmetros produtivos e morfogênicos de pastagem de milho ou capim-sudão em pastejo de vacas de descarte.** 139p. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Centro de ciências rurais, Santa Maria.

PELLEGRINI, L. G. *et al.* Produção e qualidade de azevém anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, 2010. p.1894-1904.

RODRIGUES, D. A.; AVANZA, M. F.B.; DIAS. Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 9, n. 16, 2011.

RODRIGUES, O. *et al.* Bases fisiológicas para o manejo de forrageiras. FONTANELI, RS; SANTOS, HP; FONTANELI, RS. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul-Brasileira.** Brasília: EMBRAPA, p. 59-125, 2012.

SALTON, J. C.; CARVALHO, P. C. F. **Heterogeneidade da pastagem – causas e consequências.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Doc. 91. 2007. 41p.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Structure of signal grass pasture with height variation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.

SBRISSIA, A. F. *et al.* **Pastagens multiespecíficas de gramíneas: oportunidade e desafios.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 52., 2015, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBZ, 2015. v. 1, p. 1-12.

SBRISSIA, A. F. *et al.* Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 25, n. 1-2, p. 47-60, 2017.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo.** Simpósio sobre Manejo da pastagem, v. 24, p. 153-176, 2007.

SILVA, A. G. da *et al.* **Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada.** 2012.

SILVA, W. B. *et al.* Desenvolvimento inicial de *Urochloa ruziziensis* e desempenho agrônomo da soja em diferentes arranjos espaciais no cerrado Mato-Grossense. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 146-153, 2013.

SILVEIRA, M.C.T.; PERES, N.B. **Informações sobre plantas forrageiras C4 para cultivo em condições de deficiência de drenagem e tolerância a frio.** Embrapa Pecuária Sul: Bagé, 2014. 36p. (Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390; 128).

SOARES, A. B. *et al.* Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOARES, A. B. *et al.* **Componente animal em sistemas integrados de produção agropecuária.** In: SOUZA, E. D. *et al.* (Ed.). *Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil.* Tubarão: Copiart, 2018. 692 p.

STACKHOUSE, P. W. *et al.* **Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)-Agroclimatology methodology-(1.0 latitude by 1.0 longitude spatial resolution).** Hampton, NASA Langely Research Center, 2015.

STEINWANDTER, E. *et al.* Produção de forragem em pastagens consorciadas com diferentes leguminosas sob pastejo rotacionado. **Acta Scientiarum.** Animal Sciences, v. 31, n. 2, p. 131-137, 2009.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Artmed Editora, 2017.

TRINDADE, F. S. **Índices zootécnicos, qualidade do leite e renda agrícola em sistemas de produção de leite confinado e semi-confinado.** Dissertação: Lages, 2018. 104.