

UniRV – UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL – PPGPV

**CONSÓRCIO DE SORGO COM ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DESEMPENHO DA SOJA EM SUCESSÃO**

JOSÉ CARLOS FERREIRA JUNIOR

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL

2022

JOSÉ CARLOS FERREIRA JUNIOR

**CONSÓRCIO DE SORGO COM ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DESEMPENHO DA SOJA EM SUCESSÃO**

Dissertação apresentada à UniRV –
Universidade de Rio Verde, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

**RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL**

2022

Universidade de Rio Verde
Biblioteca Luiza Carlinda de Oliveira
Bibliotecário: Juatan Tiago da Silva – CRB 1/3158
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

F441c Ferreira Junior, José Carlos

Consórcio de sorgo com espécies forrageiras para produção de forragem e desempenho da soja em sucessão. / José Carlos Ferreira Junior. — 2022.
50f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2022.

1. *Urochloa brizantha*. 2. *Glycine max*. 3. *Megathyrus maximus*. 4. Plantio direto. 5. Safrinha. 6. *Sorghum bicolor*. I. Silva, Alessandro Guerra da. II. Título.

CDD: 633.1509



UniRV
Universidade de Rio Verde

Fazenda Fontes do saber
Campus Universitário
Rio verde - Goiás

Universidade de Rio Verde

Credenciado pelo Decreto nº 5.971 de 02 de julho de 2004

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Cx. Postal 104 - CEP 75901-970
CNPJ 01.815.216/0001-78
I.E. 10.210.819-6

Fone: (64) 3611-2228
www.unirv.edu.br
producaovegetal@unirv.edu.br

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE AUTORIA DE JOSÉ CARLOS FERREIRA JÚNIOR

Aos vinte e oito dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e dois, às treze horas e trinta minutos, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva (Orientador), Prof. Dr. Gustavo André Simon, Profa. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão e Profa. Dra. Darliane de Castro Santos, para, sob a presidência do primeiro e em sessão pública realizada na sala do mestrado no bloco sete, para procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: “CONSÓRCIO DE SORGO COM ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DESEMPENHO DA SOJA EM SUCESSÃO.”, em nível de **Mestrado**, área de concentração **Grandes Culturas**, autoria de **JOSÉ CARLOS FERREIRA JÚNIOR**, discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV) da UniRV – Universidade de Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Após a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa de dissertação do discente, o qual foi **APROVADO** por unanimidade, considerando-se parte do requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL**, na área de concentração **Grandes Culturas**, pela UniRV - Universidade de Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando cumpridas as normas contidas no regimento atual que regulamentam o PPGPV da UniRV. A Banca Examinadora determina a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação, em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida às modificações sugeridas. Assim sendo esta Ata perderá a validade se não cumprida essas condições até sessenta dias de sua lavratura. Cumpridas as formalidades de pauta, às dezessete horas, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar eu, Rizzia Ribeiro Arantes, secretária do PPGPV, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em seis vias de igual teor.

Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV

Prof. Dr. Gustavo André Simon
Membro - FA/UniRV

Profa. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão
Membro – FA/UniRV

Profa. Dra. Darliane de Castro Santos
Membro - IF Goiano - Rio Verde

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar à Deus, que me deu saúde, força e sabedoria para a conclusão do curso de Mestrado em Produção Vegetal da UniRV. Sou grato por todas as bênçãos concedidas. Aos meus pais, José Carlos Ferreira e Aparecida Gomes do Carmo Ferreira, pelo apoio, incentivo, por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos e não medirem esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, à minha irmã Vanessa do Carmo Ferreira que sempre me apoiou nos estudos. À minha esposa Andressa Leal Fernandes Melo, pelo companheirismo e apoio de sempre. Ao meu orientador Alessandro Guerra da Silva, pela paciência ao me orientar e incentivo desde a graduação tornando possível a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, irmã e a minha esposa que proveram a realização deste sonho. Obrigado pelo apoio durante a realização do curso e do mestrado. Sou eternamente grato a vocês!

Ao meu Orientador Professor Dr. Alessandro Guerra da Silva, pelo apoio, amizade, compreensão e conhecimentos divididos que contribuíram para a execução deste trabalho. Foram anos maravilhosos trabalhando ao seu lado com muita aprendizagem e companheirismo. Obrigado por tudo.

A empresa Agroquima por financiar meus estudos e contribuir com todo o suporte para a condução dos trabalhos. A todos os amigos construídos no decorrer destes dois anos de curso, por todas as horas de estudos. Agradeço também aos professores que contribuíram para essa formação, Marcio Rosa, Gustavo André Simon e Charles Barbosa Santos pelo apoio e dedicação a mim fornecida.

A UniRV pela oportunidade de ingressar neste curso e também a todo o corpo docente e demais servidores da instituição que, de alguma forma, contribuíram ao longo do curso, para aprimorar meu conhecimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A cultura do sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	14
2.2 Consórcio de sorgo e plantas forrageiras	15
3. DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIOS ENTRE CULTURAS AGRÍCOLAS E FORRAGEIRAS.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da altura de dossel (AD) aos 30 DAE em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. ----- 25
- Figura 2. Equação de regressão, coeficientes de determinação e significância da densidade de sementes de capim aos 30 DAE em função da densidade de plantas de capim. ----- 27
- Figura 3. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da altura de dossel (AD) aos 45 DAE em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. ----- 29
- Figura 4. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da densidade de sementes de capim aos 45 DAE em função da densidade de plantas de capim. -----30
- Figura 5. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento do diâmetro de colmo (DC) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. -----32
- Figura 6. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da densidade de sementes de capim aos 60 DAE em função da densidade de plantas de capim. ----- 32
- Figura 7. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da proteína bruta do sorgo (PB) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. -----36
- Figura 8. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da proteína bruta do capim (PB) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. -----37
- Figura 9. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da fibra em detergente ácido (FDA) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. -----37
- Figura 10. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da fibra em detergente neutro (FDN) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio. ----- 38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) das forrageiras, no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 30 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021.. -----24
- Tabela 2. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) das forrageiras no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 30 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 26
- Tabela 3. Análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) das forrageiras, no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 45 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021. -----28
- Tabela 4. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis altura de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro Análise de variância perfilhos (NPER) das forrageiras no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 45 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021 ----- 28
- Tabela 5. Análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) das forrageiras, no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 60 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 30
- Tabela 6. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP), diâmetro de colmo (DC), altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) do consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 60 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 31
- Tabela 7. Análise de variância das variáveis proteína bruta (PB) e nitrogênio (N) para a cultura do sorgo, das forrageiras, e sorgo/forrageira, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) para sorgo/forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021. -
-----33
- Tabela 8. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis porcentagens de proteína bruta (PB), nitrogênio (N) para sorgo, forrageiras e sorgo/forrageiras, e porcentagem de FDA e FDN para sorgo/forrageiras. Vianópolis/GO, safrinha 2021. -----34
- Tabela 9. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da proteína bruta da forrageira (PB) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio ----- 36

Tabela 10. Análise de variância das variáveis clorofila A (CL-A), clorofila B (CL-B), clorofila total (CL-T) para a cultura do sorgo e para a forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 38

Tabela 11. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis clorofila A (CL-A), clorofila B (CL-B) e clorofila total (CL-T) para o sorgo, e as mesmas para as forrageiras, safrinha 2021 Vianópolis/GO. -----39

Tabela 12. Análise de variância das variáveis de taxa fotossintética (A) taxa transpiratória (E) e condutância estomática (GS) do consórcio entre sorgo com espécies forrageiras. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 40

Tabela 13. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis A micromol, E milimol e GS mol para a cultura do sorgo. Vianópolis/GO, safrinha 2021. -
-----41

Tabela 14. Análise de variância das variáveis Matéria Verde (MV), Matéria Seca (MS) para a cultura do sorgo, da forrageira, e sorgo/forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021.
----- 41

Tabela 15. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis matéria verde (MV) para sorgo, forrageira e sorgo/forrageira, e matéria seca (MS) para sorgo, forrageira e sorgo/forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 42

Tabela 16. Análise de variância das variáveis da cultura da soja população de plantas (PP), falha (F), dupla (D), altura de plantas (AP) e produtividade (P), após o consórcio de sorgo/forrageiras. Vianópolis/GO, safrinha 2021. ----- 43

Tabela 17. Valores de densidade de semeadura em relação a espécies forrageiras para as variáveis de avaliação da cultura da soja, população de plantas (PP), Falha (F), Dupla (D), Altura de plantas (AP) e Produtividade (P). Vianópolis/GO, safrinha 2021. -----44

RESUMO

JUNIOR, J. C. F, M. Sc., Universidade de Rio Verde, março de 2022. Consórcio de sorgo com espécies forrageiras para produção de forragem e desempenho da soja em sucessão. Orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva.

O consórcio de culturas com espécies forrageiras é uma das alternativas para maximizar a produção de alimentos por unidade de área nas propriedades agrícolas. No entanto, a limitação de pesquisas a respeito do uso do sorgo forrageiro com espécies forrageiras na safrinha para produção de forragem faz com que seja necessária a avaliação para identificar associações com espécies forrageiras mais promissoras. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a taxa de semeadura de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás e *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri que proporcione maior produtividade e qualidade de forragem quando consorciada com sorgo silageiro na safrinha. Além do mais, foi avaliado o desempenho da soja cultivada em sucessão. O experimento foi conduzido a campo em sucessão à cultura da soja no município de Vianópolis (GO) na safrinha de 2021. Foi empregado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 + 1 com cinco repetições, referente ao consórcio do sorgo forrageiro cv. SS318 com duas espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás e *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri) associadas a quatro taxas de semeadura a lanço (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 kg ha⁻¹). Foram avaliados o crescimento e as características produtivas do sorgo forrageiro, bem como as características produtivas e bromatológicas da rebrota das forrageiras após o corte do sorgo. No início do período chuvoso, na safra 2021/22, foi semeada a soja em cada tratamento (cultivo em sucessão) e avaliadas a plantabilidade e as características agronômicas da cultura. Os resultados obtidos permitem afirmar que, para os parâmetros de crescimento e morfológicos, o *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri apresentou os melhores resultados, entre altura de dossel até os parâmetros de avaliação da cultura da soja em sucessão, com exemplo da produtividade que gerou em torno de 4298,2 kg ha⁻¹. Conclui-se que a melhor espécie e taxa de semeadura da forrageira que possibilita maior produção de forragem em consórcio com sorgo forrageiro na safrinha, e a *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri, além de maior performance agronômica da soja cultivada em sucessão.

Palavras-chave: *Urochloa brizantha*, *Glycine max*, *Megathyrsus maximus*, *plantio direto*, *safrinha*, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

JUNIOR, J. C. F, M. Sc., University of Rio Verde, march of 2022. Sorghum consortium with forage species for forage production and soybean performance in succession. Advisor: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva.

The intercropping of crops with forage species is one of the alternatives to maximize food production per unit of area on agricultural properties. However, the limitation of research on the use of forage sorghum with forage species in the off-season for forage production makes evaluation necessary to identify associations with more promising forage species. Therefore, the objective of this work is to identify the sowing rate of *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás and *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri that provides greater productivity and forage quality when intercropped with silage sorghum in the off-season, in addition to evaluating the performance of soybeans grown in succession. The experiment was carried out in the field in succession to the soybean crop in the municipality of Vianópolis (GO) in the off-season of 2021. A randomized block experimental design was used in a 2 x 5 factorial scheme with five replications, referring to the intercropping of forage sorghum cv. SS318 with two forage species (*Megathyrsus maximus* cv. BRS Paiaguás and *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri) associated with five sowing rates (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 kg ha⁻¹). The growth and productive characteristics of forage sorghum were evaluated, as well as the productive and bromatological characteristics of forage regrowth after sorghum cutting. At the beginning of the rainy season, soybean will be mechanically implanted in the 2021/22 crop in each treatment (crop in succession) and the plantability and agronomic characteristics of the crop will be evaluated. The results obtained allow us to state that, for the growth and morphological parameters, *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri presented the best results in general, between canopy height to the evaluation parameters of the soybean crop in succession, with an example of the productivity that generated around 4298.2 kg ha⁻¹. It is concluded that the best species and sowing rate of the forage that allows greater forage production in intercropping with forage sorghum in the off-season, and *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri, in addition to higher agronomic performance of soybeans grown in succession.

Keyword: *Urochloa brizantha*, *Glycine max*, *Megathyrsus maximus*, no-tillage, safrinha, *Sorghum bicolor*.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se coloca em posição de destaque na produção agrícola mundial, com destaque na produção de grãos e carne (SALTON et al. 2014), baseando-se principalmente no cultivo de culturas no sistema plantio direto. Visto a importância do agronegócio para a economia nacional, é essencial que, o manejo de culturas com espécies que possam viabilizar a manutenção do solo bem como a produção de alimentos sejam realizadas de forma equilibrada.

O sistema plantio direto baseia-se na mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura, na manutenção da cobertura vegetal e na diversificação de plantas por meio de um sistema planejado de sucessão de culturas que proporcione lucratividade do produtor rural. Reduções no consumo de energia e tempo de utilização de máquinas agrícolas, controle de perdas de solo e água, redução na emissão de gases, com efeito, estufa e otimização da semeadura das culturas têm sido elencados como as principais vantagens do sistema (PÖHLITZ et al. 2018).

Na busca de alternativas de cultivos para uso no plantio direto, os sistemas integrados de produção agropecuária têm sido considerados como uma das tecnologias sustentáveis e competitivas para o avanço do agronegócio brasileiro (OLIVEIRA et al. 2020). Como um dos diferenciais do sistema, destaca-se a produção de forragem na entressafra para uso na forma de pastejo (SILVA et al. 2020). Essa produção diminui os problemas de degradação do solo e melhoram a eficiência de uso das áreas agrícolas, o que justifica sua crescente adoção pelos produtores rurais na região central do Brasil (DIAS-FILHO, 2013).

Nos sistemas de produção agrícola, o manejo incorreto das pastagens ocasionam problemas físicos na camada superficial, o que acarreta a degradação do solo (ANDRADE et al. 2016). Isto se torna um problema para os pecuaristas, pois as pastagens são consideradas a base da dieta do rebanho bovino.

Diante dos contextos, o trabalho realizado objetiva – se identificar os desafios encontrados nos consórcios de culturas, utilizando – se dos estudos da taxa de semeadura da *Urochloa brizantha*, cv. BRS Paiaguás e do *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri que proporcionam maior produtividade e qualidade de forragem quando consorciada com sorgo forrageiro SS 318 na safrinha, bem como a avaliação do desempenho da soja cultivada em sucessão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*)

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), é classificado como uma gramínea destinada à alimentação animal, principalmente aos bovinos, devido as suas características nutricionais semelhantes ao milho. Além disso, a cultura apresenta preço inferior, resistência a seca e maior teor proteico, quando comparado ao milho. Na alimentação humana o grão é utilizado como fonte de fibra alimentar e compostos de alimentos (MACIEL et al. 2019).

Para produção de silagens, as culturas de milho e sorgo são as mais recomendadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos e especialmente pela qualidade da silagem produzida sem o uso de aditivos para estimular a fermentação, proporcionando a obtenção de excelente desempenho dos animais alimentados com elas (ZAGO, 2001).

O sorgo tem propriedades nutricionais importantes para uso na alimentação, além de possuir compostos bioativos e ser fonte de carboidratos.

Dentre os tipos de sorgo, o sorgo forrageiro é um dos que mais cresce no país. Plantou-se no Brasil em torno de 1.027,1 mil ha de sorgo destinados à produção de forragem, passando a ter importância no abastecimento de grãos e forragem do país (CONAB, 2021). Este grupo está destinado à produção de forragem a fim de suprir as necessidades de alimentação animal na época de escassez, garantindo oferta de alimento e redução de custos, além disso, o sorgo ainda tem elevada produção de biomassa e uma certa tolerância ao déficit hídrico, isto comparando ao milho (APPS, 2017).

Nos últimos anos, o sorgo teve expressiva expansão pelo alto potencial produtivo de grão e forragem, além da capacidade de suportar estresses climáticos, que se torna um diferencial para a cultura. O cultivo do cereal em sucessão a culturas de verão, principalmente a soja, contribui para a oferta de alimentos na nutrição animal, tanto para pecuaristas quanto para a agroindústria (ALVARENGA et al. 2011).

Na safra 21/22 a produção de sorgo foi de 3.065,8 mil toneladas, a maior produção está concentrada na região Centro-Oeste tendo sido produzido 1.140,4 milhões de toneladas CONAB (2022). O estado de Goiás foi responsável por 990,4 milhões de toneladas, cerca de 87% da produção na região. Para alcançar alta produtividade, o sorgo está relacionado à construção de um sistema de produção eficiente envolvendo a

fertilidade do solo e a nutrição e adubação das plantas (DURÃES, 2011). Coelho et al. (2002) cita que apesar do sorgo biomassa ser uma espécie rústica e ter boa adaptação a estresses ambientais, ela responde à adubação e por isso o manejo da fertilidade do solo deve atender às necessidades nutricionais da cultura.

Atualmente, o sorgo tem obtido aumentos significativos na sua utilização como forragem, o que é atribuído ao uso da diversidade genética no desenvolvimento de novas cultivares adaptadas aos diferentes sistemas de manejo no país (FERNANDES, et.al, 2020).

Entre os vários híbridos utilizados para este fim, SS318 é adaptado para produzir forragem e silagem em diversos sistemas de produção, por apresentar alto potencial de produção de matéria seca por hectare, estabilidade de produção, tolerância ao acamamento e quebramento de colmo, conferindo alta produtividade (LIMA, et.al, 2022).

O Estado de Goiás é um dos maiores produtores de grãos e carne do Brasil, e se caracteriza por ter o cultivo de culturas anuais no sistema plantio direto. Neste contexto, o Estado tem se destacado há tempos no cultivo de sorgo em sucessão à soja (COELHO et al. 2002), cultivo conhecido como safrinha, com registro de aumento de área e de produção, de ambas as culturas, na última safra (CONAB, 2022). Para atender a crescente demanda de matéria prima para abastecimento das agroindústrias e confinamentos do Centro-Oeste, sem a necessidade de abertura de novas áreas de cultivo, há a necessidade de se buscar alternativas que maximizem a produção agrícola nas propriedades. Sendo assim, o consórcio de sorgo na safrinha, em especial com espécies forrageiras, surge como alternativa para diversificação da produção na entressafra.

2.2 Consórcio de sorgo e plantas forrageiras

Quando inserida nos sistemas integrados, as espécies forrageiras especialmente as do gênero *Brachiaria*, proporcionam melhoria da estrutura do solo e ao mesmo tempo promove a recuperação das pastagens (FLÁVIO NETO et al. 2015). Isto é atribuído ao abundante crescimento do sistema radicular, no qual favorece a agregação e a infiltração de água no perfil do solo, além da melhoria da aeração (MERTEN et al. 2015).

As espécies forrageiras podem possibilitar a melhoria do controle de plantas daninhas (MATIAS et al. 2019) e a produção de forragem de qualidade na época de escassez de alimento, suprimindo desta forma as necessidades nutricionais dos ruminantes

no período seco do ano (COSTA et al. 2016).

Pelo fato das características nutricionais da forragem assemelhar as do milho (ALVES et al. 2012), o sorgo tem sido considerado como uma excelente opção para produção de forragem em situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para cultivo de outras culturas. Isto tem feito com que a cultura se expandisse cada vez mais no Brasil, principalmente em Goiás, visando a produção de grãos (SILVA et al. 2017), forragem (RIBEIRO et al. 2017) e silagem (OLIVEIRA et al. 2020).

O consórcio de sorgo com espécies forrageiras do gênero *Brachiria* tem se mostrado viável, no entanto os trabalhos tem se restringido ao uso do sorgo granífero na safrinha (SILVA et al. 2017). Sendo assim, há a necessidade de se buscar alternativas de diversificação de culturas para o Centro-Oeste com intuito de atender tanto a agricultura, pela produção de grãos e palhada para o plantio direto, como também a pecuária com a produção de forragem.

A viabilidade do cultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em consórcio com sorgo e outros cereais é demonstrado por Silva et al. (2013), no qual essa espécie apresentou capacidade de recuperação após a colheita do sorgo.

Destaca-se também o auxílio da palhada do sorgo e da *Brachiaria brizantha* no controle de plantas daninhas com uso de herbicidas, obtendo-se menor infestação para o próximo cultivo (CORREIA et al. 2011).

Devido às diferenças morfológicas e da quantidade de massa seca produzida por sorgo e soja, pode haver interferência na implantação e no desempenho produtiva da soja cultivada em sucessão.

3. DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIOS ENTRE CULTURAS AGRÍCOLAS E FORRAGEIRAS.

O cultivo de plantas em consórcios é praticado há muito tempo, na tentativa de obter o máximo de benefícios dos recursos disponíveis.

O consórcio de culturas é caracterizado pela maximização de espaço mediante o cultivo simultâneo, num mesmo local, de duas ou mais espécies com diferentes características quanto à sua arquitetura vegetal, hábitos de crescimento e fisiologia. As plantas podem ser semeadas ou plantadas ao mesmo tempo ou terem época de implantação levemente defasada, mas compartilham dos mesmos recursos ambientais durante grande parte de seus ciclos de vida, fato que leva a forte interatividade entre as espécies consorciadas e entre elas e o ambiente (CECCON et. al, 2012).

Essa técnica é extremamente interessante especialmente quando se quer maximizar o aproveitamento da água disponível no solo ou do período chuvoso, tornando-se fundamental em regiões do Brasil onde, ao longo do ano, ocorrem duas épocas bem distintas, uma chuvosa e outra seca (que pode durar até 6 meses). Composto o Sistema Plantio Direto (SPD), a consorciação de culturas, além de proporcionar uma série de outros benefícios, como o auxílio no controle de plantas daninhas, promove excelente cobertura viva e morta do solo, durante o maior período de tempo possível (MAKINO et. al, 2012).

Um dos desafios encontrados na prática de consórcio de culturas são as taxas de semeadura.

A quantidade de sementes por área é calculada em função do valor cultural das sementes $[(\text{pureza} \times \text{germinação}) / 100]$. Sempre que possível, recomenda-se adquirir sementes de empresas idôneas, registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e que contenham todas estas informações disponíveis na etiqueta colada à embalagem (MAPA, 2009).

No entanto, para calcular a quantidade de sementes por área, a ser utilizada no estabelecimento de uma determinada população de plantas, torna-se importante considerar o peso das sementes (peso de mil sementes) visto que esta informação não é considerada no valor cultural (VC) das sementes, e é diferente entre as espécies (SEREIA; LEITE; ALVES; CECCON; 2012).

A melhor profundidade de semeadura para o estabelecimento planejado de plantas depende da temperatura, umidade e tipo de solo. Em condições de safrinha, as melhores emergências de plantas de braquiária têm sido verificadas nas profundidades de 3 cm a 6

cm (ZANON et al., 2012). Na distribuição superficial das sementes, a germinação de plantas depende da intensidade da chuva após a semeadura, e da movimentação superficial do solo pela operação de plantio (MAKINO et al., 2012); em profundidades maiores, a garantia de emergência uniforme de plantas depende também da utilização de sementes com alto vigor.

Quando as sementes são misturadas ao adubo, devem ser tomados cuidados relativos ao período compreendido entre a mistura, o plantio e a profundidade de ambos, a fim de estabelecer a população planejada de plantas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local e implantação do experimento

O experimento foi instalado a campo em sucessão à cultura da soja na safrinha de 2021 no sistema de plantio direto no município de Vianópolis (GO) Situado a 1 000 metros de altitude, de Anápolis tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 16° 19' 43" Sul, Longitude: 48° 57' 12" Oeste.

A região é caracterizada por ter o clima tropical do tipo Aw, com estação seca, segundo a classificação de Köppen. A classificação do solo foi feita através da sua caracterização físico-química na camada de 0 a 10 e de 0 a 20 cm constituído de Latossolo Vermelho (NETO; FERREIRA, 2019).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 4) +1 com cinco repetições. Os tratamentos corresponderam ao consórcio do sorgo forrageiro cv. SS 318 com duas espécies forrageiras (*Urochloa brizantha*, cv. BRS Paiaguás e do *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri) associadas a quatro taxas de semeadura das forrageiras a lanço (1,63; 3,25; 4,88 e 6,50 kg ha⁻¹ SPV) e (1,45; 2,90; 4,35 e 5,80 kg ha⁻¹ SPV) respectivamente. As parcelas possuíam 5,0 m de comprimento por oito linhas de sorgo espaçadas de 0,5 m. A área útil foi determinada levando-se em consideração as quatro linhas centrais com 4,0 m de comprimento, desconsiderando 0,5 m de cada lado, apresentando, portanto 8 m².

O sorgo forrageiro utilizado foi o SS 318, destinado a produção de forragem/silagem. É caracterizado por ser um híbrido simples, de ciclo médio, com excelente sanidade foliar, tolerância a antracnose, míldio, dentre outras doenças, tolerante ao tombamento, panícula semiaberta com grãos de cor castanho e sem tanino (LIMA et. al, 2022).

Em relação às forrageiras, a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás tem crescimento cespitoso e é utilizada para pastoreio direto e produção de feno, seja em cultivo solteiro ou em consórcio com culturas anuais. A espécie *Panicum maximum* cv. BRS Zuri é caracterizada por apresentar ciclo vegetativo perene e hábito de crescimento cespitoso, sendo utilizada para pastoreio direto e produção de feno e silagem. Semelhantemente, ambas as forrageiras são de alto valor nutricional e apresentam tolerância a seca (FERNANDES et. al, 2020).

O preparo da área experimental foi realizado eliminando as plantas invasoras com aplicação de 960 g e.a. ha⁻¹ de *glyphosate* em volume de calda de 150 L ha⁻¹. A adubação

de semeadura foi realizada a lanço na base no dia do plantio (15-02-2021) (350 kg de nutrientes / ha⁻¹ de 08-20-18 + micro) e cobertura foi feita 20 dias após a emergência com 220 kg de nutrientes / ha⁻¹ de 36-00-12 a fim de produzir, aproximadamente, 60 t ha⁻¹ de massa verde de silagem.

Na implantação das culturas em consórcio, realizadas em 15-02-2021, as espécies forrageiras foram primeiramente semeadas manualmente a lanço nas respectivas taxas de semeadura, levando-se em consideração o valor cultural do lote (BRS Zuri VC 58 e Paiagúas VC 65), nas parcelas demarcadas. Logo em seguida o sorgo forrageiro foi semeado mecanicamente, a 2 cm de profundidade, fazendo os devidos ajustes na semeadora a fim de obter a população final de 120.000 plantas ha⁻¹. Os tratos culturais, como manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, foram feitos conforme as necessidades das espécies cultivadas.

Características avaliadas

Para ambas as espécies vegetais, foram avaliadas na área útil das parcelas, as características agronômicas e bromatológicas.

a) Avaliação das características agronômicas do sorgo forrageiro

Tanto em consórcio como em monocultivo do sorgo, foram avaliadas aos 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE) como também na colheita, a altura de plantas (medição do colo até a extremidade da planta e/ou da panícula em dez plantas contínuas), a população de plantas (contagem do número total de plantas), o diâmetro do colmo (medição do diâmetro do colmo a 5 cm do solo em dez plantas contínuas na área útil).

b) Avaliação das características agronômicas das forrageiras

Em consórcio com sorgo foram avaliadas aos 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE) como também na colheita em 18/08/2021, a altura do dossel (medição do colo até a extremidade da planta em dez plantas contínuas), a população de plantas (contagem do número total de plantas por m²) e o índice de perfilhamento (contagem do número de perfilhos por plantas).

c) Avaliação de características do sorgo forrageiro e das forrageiras

Para complementar as avaliações e com o intuito de identificar possíveis efeitos da competição entre as espécies, foram determinadas as trocas gasosas das plantas de sorgo e das forrageiras. Nesta ocasião, foram avaliadas as taxas fotossintética e transpiratória, a condutância estomática, a relação da concentração interna e externa de CO₂ e a eficiência instantânea do uso da água. Estas características foram quantificadas por meio de um analisador de gases no infravermelho portátil (IRGA) modelo CI-340 CID Biosciences, com densidade de fluxo de fótons ajustada para 1.250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As avaliações foram realizadas entre 9 e 11 h da manhã na terceira folha a partir da panícula do sorgo e em um dos perfilhos das forrageiras, em três plantas por parcela.

Ainda para complementar esta avaliação, foi determinada, na mesma folha e na mesma época de avaliação, a concentração de clorofila por meio de um medidor portátil ClorofiLog1030[®], determinando-se o teor de clorofila *a*, *b* e total, bem como a razão entre os teores de clorofila *a* e *b*.

No momento do corte do sorgo e para determinar o potencial de produção de forragem dos tratamentos, foi quantificada a produtividade de massa verde e seca de sorgo e das espécies forrageiras individualmente (corte das plantas a 10 cm do solo), com posterior pesagem em balança do tipo dinamômetro (precisão de 0,050 kg) para determinação da massa verde, convertendo os dados para kg ha^{-1} .

Posteriormente as plantas de ambas as espécies de cada tratamento foram picadas em triturador e retirada uma amostra de 0,300 kg aproximadamente, que foi levada para estufa de circulação de ar a 55°C até atingir peso constante; o resultado obtido foi dividido pelo peso de massa verde, obtendo o percentual de massa seca, no qual foi multiplicado pela produtividade de massa verde, obtendo assim a produtividade de massa seca).

A qualidade da forragem produzida foi determinada pelo teor e produtividade de proteína bruta (determinação do teor de nitrogênio por meio da destilação pelo método Kjeldahl a partir da amostra de massa seca. O resultado foi multiplicado por 6,25 para obtenção do teor de proteína bruta da forragem. Uma vez obtido, o resultado foi multiplicado pela produtividade de massa seca, obtendo assim a produtividade de proteína bruta) (NARDOTTO, 2016).

Além desta avaliação, foi quantificado ainda o teor de fibra em detergente neutro (FDN) (VAN SOEST et.al, 1991) e ácido (FDA) (Método 973:18; AOC, 1990) métodos

citados por Mertens (2002) para caracterização da qualidade da forragem.

d) Avaliação do desenvolvimento e produtividade da soja em sucessão

Para avaliar o desempenho da soja em sucessão aos consórcios de sorgo forrageiro com as espécies forrageiras, foi realizada a implantação da cultura após o término do vazio sanitário no Estado de Goiás em 06/11/2021. A escolha foi baseada na representatividade de cultivo na região, levando-se em consideração a adaptação e o grupo de maturação (ciclo) da variedade para viabilizar a implantação do sorgo na safrinha, sendo a variedade M7110 IPRO, grupo de maturação 6.8, uma soja de ciclo precoce, crescimento indeterminado, resistência a acamamento e excelente arquitetura de plantas. A aplicação de fertilizantes bem como os tratos culturais referentes ao controle de plantas daninhas, pragas e doenças na soja, foram adubação de plantio realizada na base no mesmo dia do plantio, no dia 06-11-2021, na base 225 kg ha⁻¹ de 10-46-00 e cobertura de 160 kg do nutriente / ha de KCl, realizada 15 dias após o plantio.

Aproximadamente dez dias antes da implantação da soja e após a ocorrência das primeiras chuvas, foi realizada a dessecação da biomassa existente nas parcelas, sem realização de manejo. Posteriormente, foi realizada a semeadura da soja mecanicamente. Para verificar possíveis efeitos da quantidade de palhada produzida no consórcio, oriunda das diferentes taxas de semeadura das espécies forrageiras, foi avaliada a plantabilidade da cultura da soja. Para isto, na fase inicial de desenvolvimento da cultura (15 DAE) foi quantificada a distância entre as plantas na mesma linha de semeadura com o auxílio de trena. Foi quantificada a ocorrência de espaçamentos “duplos” (menores que 0,5 vezes o espaçamento médio estabelecido); “aceitáveis” considerados como espaçamento normal entre plantas (0,5 a 1,5 vezes o espaçamento médio estabelecido), e “falhas” (maiores que 1,5 vezes o espaçamento médio estabelecido) segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994).

Neste mesmo período foi quantificada a população e da altura de plantas (contagem do número de plantas e medição do colo até a extremidade da inserção do último trifólio em dez plantas contínuas na área útil). Estas mesmas avaliações foram realizadas na colheita da soja, em 18/08/2021, quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica.

Outro parâmetro avaliado foi a produtividade de grãos (debulha das vagens oriundas das plantas colhidas na área útil das parcelas, com posterior pesagem dos grãos e correção da umidade para 13%).

Análises estatísticas

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. Uma vez constatada significância para determinada fonte de variação, foram empregados o teste de Tukey ($p < 0,05$) e análise de regressão para comparação das médias das espécies forrageiras e das taxas de semeadura, respectivamente. Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância para a cultura do sorgo permitem afirmar significâncias para as fontes da variação “Consórcio” para população de plantas e diâmetro de colmo aos 30 DAE. Para forrageira, significância em “Consórcio” e “Densidade de plantio” nas variáveis alturas do dossel e população de plantas, para “Consórcio X densidade de plantio” significância para altura do dossel (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER das forrageiras, no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 30 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]					
		----- SORGO -----			----- FORRAGEIRA -----		
		AP	EP	DC	AD	PP	NPER
Bloco	4	5,41	2,58	6,64	1,50	4,01	0,46
Consórcio (C)	1	0,26 ns	10,11 **	13,17 **	54,95 **	86,69 **	0,12 ns
Taxa de semeadura (T)	3	0,30 ns	1,19 ns	0,70 ns	14,03 **	24,99 **	1,01 ns
Consórcio x Taxa (C x T)	3	2,15 ns	0,35 ns	1,09 ns	4,27 **	0,88 ns	0,86 ns
(C x T) versus Testemunha	1	0,01 ns	0,74 ns	1,67 ns	-	-	-
CV (%)		7,34	33,71	16,44	12,68	18,09	17,59

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

É interessante destacar que para a primeira avaliação aos 30 DAE foram identificados que, na altura de plantas os resultados foram não significativos para as ambas às fontes de variações (Tabela 1). Estes resultados representam plantas com portes semelhantes entre os diferentes tratamentos. Dessa forma, nesta avaliação a competição na integração sorgo/forrageira não foi constatada.

A avaliação das variáveis populações de plantas e diâmetro de colmo permitiu constatar efeitos significativos apenas para a fonte de variação consórcio (Tabela 1). Pode-se identificar que Zuri tem um arranque inicial superior a Paiaguás causando assim uma redução na população de plantas e diminuição no diâmetro de colmo do sorgo em consórcio (Tabela 2). Análise feita por comparação.

Neste primeiro momento os resultados comparativos divergem com os relatos de Mateus et al. (2011), nos quais os consórcios com forrageiras não afetam o desenvolvimento das plantas de sorgo. Segundo os autores a cultura tem uma grande capacidade de competição, tendo condições de obter desempenho semelhante ao cultivo de sorgo solteiro.

A altura do dossel e a população de plantas das forrageiras aos 30 DAE apresentaram significâncias para as fontes de variações consórcio e densidade de plantio, com ausência de efeitos para o número de perfilhos (figura 1).

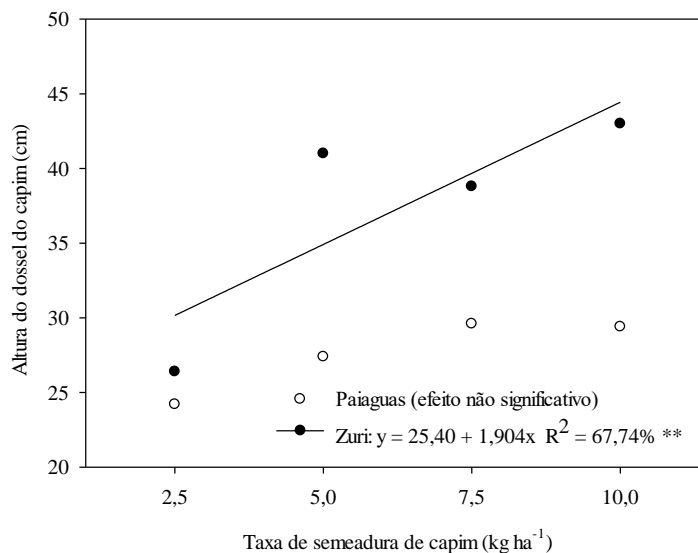


Figura 1. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da altura de dossel (AD) aos 30 DAE em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

Percebe-se que as forrageiras integradas no sistema e o aumento de população devido as taxas de semeaduras, geraram uma competição por luz provocando assim um estiolamento em ambas as forrageiras, com maior efeito no Zuri a partir da densidade de 2,5 kg ha⁻¹ de sementes (Tabela 2). A diferença de altura de plantas pode ser atribuída aos efeitos da competição intraespecífica, sobretudo por interceptação de luz (OLIVEIRA et. al. 2020).

Os relatos de Mateus et al. (2011), avaliando a adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com gramíneas forrageiras em sistema de plantio direto, verificou que a consorciação entre o sorgo com *U. brizantha* cv. Marandu e *P. maximum* cv Mombaça não afetam o desenvolvimento das plantas de sorgo.

Tal relato do autor supracitado vai de encontro com algumas das avaliações encontradas no estudo até o momento.

Tabela 2. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos

(NPER) das forrageiras no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 30 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de semeadura (kg ha ⁻¹)				Média
	2,5	5,0	7,5	10,0	
ALTURA DE PLANTAS (cm)					
Paiaguás	35,50	35,07	36,90	36,06	35,88 a
Zuri	36,68	38,00	35,24	35,08	36,25 a
Média	36,09	36,54	36,07	35,57	36,07
Controle			35,96		
POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻¹)					
Paiaguás	6,02	6,06	6,10	6,29	6,12 a
Zuri	5,81	5,49	5,65	5,92	5,72 b
Média	5,92	5,78	5,88	6,11	5,92
Controle			6,08		
DIÂMETRO DE COLMO (cm)					
Paiaguás	1,12	1,09	1,11	1,11	1,11 a
Zuri	1,01	1,06	0,92	0,95	0,99 b
Média	1,07	1,08	1,02	1,03	1,05
Controle			1,11		
ALTURA DO DOSSEL (cm)					
Paiaguás	24,20 a	27,40 b	29,60 b	29,40 b	27,65
Zuri	26,40 a	41,00 a	38,80 a	43,00 a	37,30
Média	25,30	34,20	34,20	36,20	32,48
POPULAÇÃO DE PLANTAS (m ⁻¹)					
Paiaguás	16,40	25,80	30,20	40,20	28,15 b
Zuri	31,40	48,75	54,40	59,80	48,59 a
Média	23,90	37,28	42,30	50,00	38,37
NÚMERO DE PERFILHOS					
Paiaguás	5,80	7,00	5,80	6,00	6,15 a
Zuri	6,40	6,25	5,80	6,60	6,26 a
Média	6,10	6,63	5,80	6,30	6,21

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

O aumento da densidade de sementes de braquiária resulta em maior produção de biomassa seca, ocorrendo assim o comportamento de supressão do desenvolvimento vegetativo das plantas de sorgo impactando na redução de população final de plantas de sorgo e, redução linear no número de panículas colhidas no sistema a lanço (SILVA et. al. 2015).

Para a variável população de plantas das forrageiras avaliadas aos 30 DAE, houve efeito das densidades, o aumento da densidade de sementes das forrageiras proporcionou aumento da população de plantas (Figura 2). Contudo isso ocasionou a supressão das plantas e das demais características da cultura do sorgo, como destacado anteriormente.

Isso evidencia que o uso de maiores quantidades de sementes de forrageiras ocasiona competição com a cultura principal (sorgo), o que pode limitar a obtenção de maiores produções de forragem com o cultivo de sorgo.

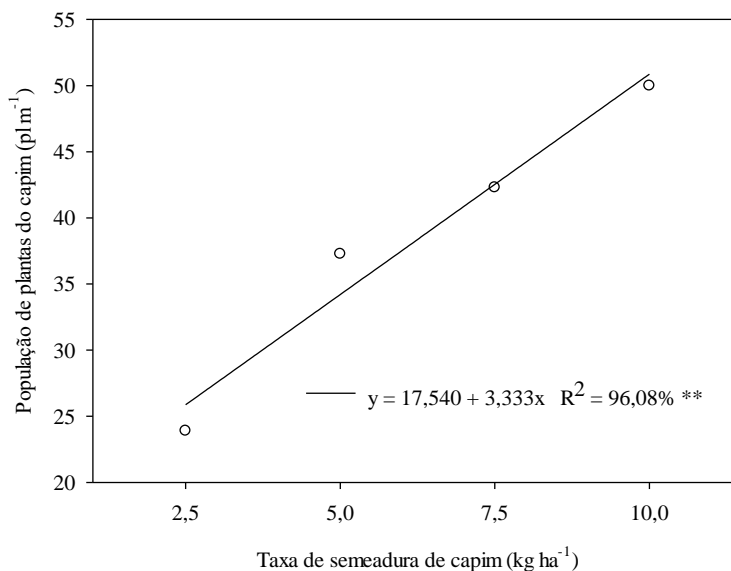


Figura 2. Equação de regressão, coeficientes de determinação e significância da densidade de sementes de capim aos 30 DAE em função da densidade de plantas de capim.

Apenas o diâmetro de colmo do sorgo foi influenciado pelo consórcio aos 45 DAE (Tabela 3). Nesta avaliação, o capim Zuri ocasionou maior competição com o sorgo, ocasionando menor diâmetro de colmo (Tabela 4). Para as demais avaliações do sorgo, não foram constatados efeitos significativos para as fontes de variação testadas.

Tabela 3. Análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) das forrageiras, no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 45 DAE. Vianópolis/GO, safreinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]					
		----- SORGO -----			----- FORRAGEIRA -----		
		AP	EP	DC	AD	PP	NPER
Bloco	4	3,59	1,03	0,67	1,47	0,97	1,12
Consórcio (C)	1	0,29 ns	1,47 ns	36,34 **	214,68 **	142,82 **	1,13 ns
Taxa de semeadura (T)	3	0,99 ns	0,53 ns	4,02 ns	6,92, **	23,76 **	1,10 ns
Consórcio x Taxa (C x T)	3	0,25 ns	0,66 ns	2,62 ns	4,56 **	5,14 **	1,37 ns
(C x T) versus Testemunha	1	0,15 ns	0,53 ns	3,83 ns	-	-	-
CV (%)		2,50	38,12	20,02	7,17	24,21	55,12

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

A altura do dossel e população de plantas das forrageiras apresentaram significâncias para a interação consórcio X densidade, sem efeitos para o número de perfilhos aos 45 DAE (Tabela 4). Nesta época, o capim Zuri teve maior porte em todas as densidades de sementes bem como para altura de plantas.

A maior altura e a maior população de plantas de forrageiras foram verificadas na sementeira de 10 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Em ambas as espécies forrageiras, houve aumento da população de plantas e do estande à medida que se aumentou a densidade de plantio (Figuras 3 e 4).

Tabela 4. Valores de densidade de sementeira em relação a forrageiras das variáveis altura de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro Análise de variância perfilhos (NPER) das forrageiras no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 45 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de sementeira (kg ha ⁻¹)								Média
	2,5		5,0		7,5		10,0		
-----ALTURA DE PLANTAS (cm)-----									
Paiaguás	69,18		71,02		68,68		69,92		69,70
Zuri	69,18		69,95		66,04		70,54		68,93
Média	69,18		70,49		67,36		70,23		69,32
Controle									70,14
-----ESTANDE DE PLANTAS (plantas m ⁻¹)-----									
Paiaguás	5,74		5,90		6,00		6,08		5,93
Zuri	5,88		5,65		5,66		5,90		5,77
Média	5,81		5,78		5,83		5,99		5,85
Controle									5,99
-----DIÂMETRO DE COLMO (cm)-----									
Paiaguás	2,07		1,80		1,75		1,78		1,85 a
Zuri	1,60		1,66		1,51		1,57		1,59 b
Média	1,84		1,73		1,63		1,68		1,72
Controle									1,85
-----ALTURA DO DOSSEL (cm)-----									
Paiaguás	59,80	b	57,00	b	63,00	b	63,80	b	60,90 b
Zuri	75,00	a	88,30	a	85,40	a	92,00	a	85,16 a
Média	67,40		72,63		74,20		77,90		73,03
-----POPULAÇÃO DE PLANTAS (m ⁻¹)-----									
Paiaguás	10,00	b	10,00	b	20,40	b	21,00	b	15,35 b
Zuri	22,40	a	35,75	a	50,40	a	56,40	a	41,24 a
Média	16,20		22,88		35,40		38,70		28,30
-----NÚMERO DE PERFILHOS-----									

Paiaguás	9,25	10,80	12,00	19,45	12,88
Zuri	11,65	10,13	10,50	10,49	10,69
Média	10,45	10,47	11,25	14,97	11,79

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

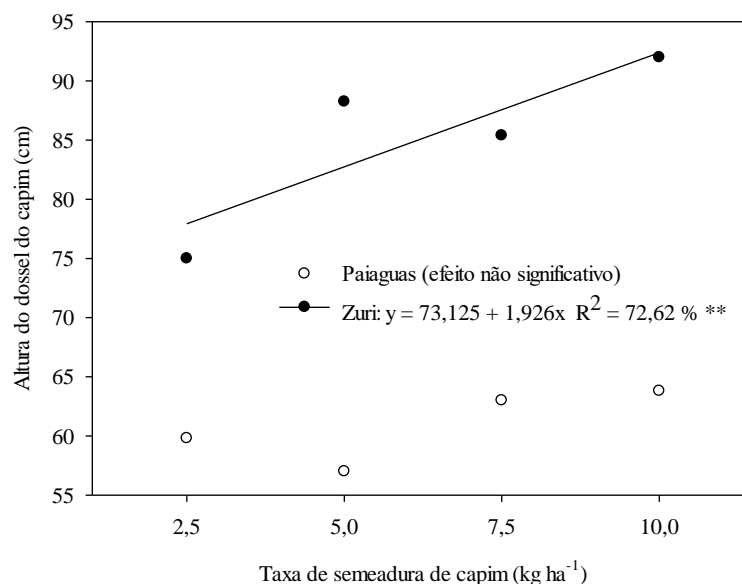


Figura 3. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da altura de dossel (AD) aos 45 DAE em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

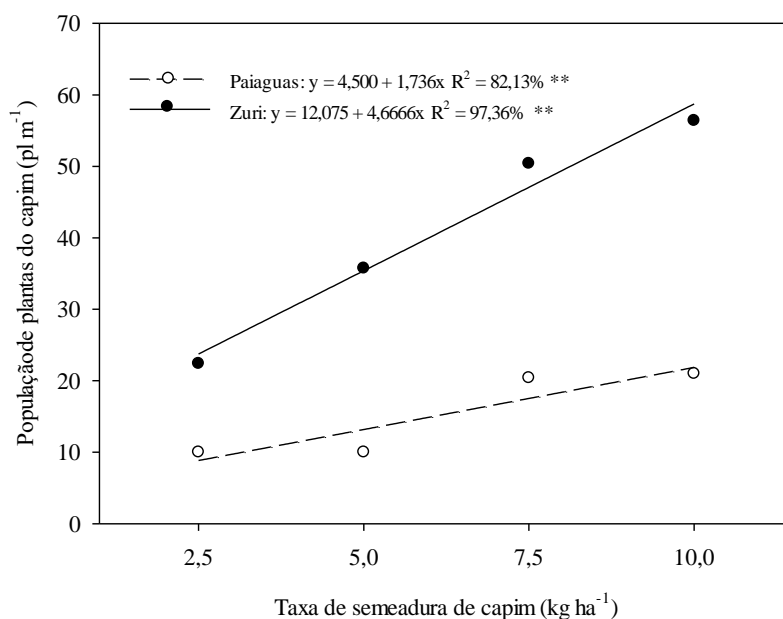


Figura 4. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da densidade de sementes de capim aos 45 DAE em função da densidade de plantas de capim.

Tabela 5. Análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP) e diâmetro de colmo (DC) do sorgo, altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) das forrageiras, no consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 60 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]					
		----- SORGO -----			----- FORRAGEIRA -----		
		AP	EP	DC	AD	PP	NPER
Bloco	4	1,12	2,95	4,89	1,10	2,71	2,41
Consórcio (C)	1	2,87 ns	0,17 ns	12,87 **	71,78 **	71,66 **	4,76 *
Taxa de semeadura (T)	3	1,39 ns	0,28 ns	3,36 *	1,05 ns	8,06 **	1,03 ns
Consórcio x Taxa (C x T)	3	1,29 ns	0,84 ns	3,42 *	0,37 ns	0,49 ns	0,55 ns
(C x T) versus Testemunha	1	5,99 *	0,20 ns	8,23 **	-	-	-
CV (%)		1,39	42,07	36,96	10,55	26,69	24,53

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

Aos 60 DAE, constatou-se significância para o diâmetro de colmo, para a interação consórcio x densidade e destes com a testemunha (Tabela 5). Se comparar a média do consórcio, observou-se redução do porte das plantas de sorgo em relação ao monocultivo. Isto é atribuída a competição com as forrageiras.

Para estas espécies, o consórcio com Zuri ocasionou maiores valores de altura de dossel, população de plantas (Tabela 6). Além disso, houve aumento na população de plantas com o aumento na densidade de semeadura dos capins. Por outro lado, o capim Paiaguás apresentou maiores índices de perfilhamento em relação ao Zuri.

Tabela 6. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis alturas de plantas (AP), população de plantas (PP), diâmetro de colmo (DC), altura do dossel (AD), população de plantas (PP), número de perfilhos (NPER) do consórcio do consórcio entre sorgo com espécies forrageiras aos 60 DAE. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de semeadura (kg ha ⁻¹)				Média
	2,5	5,0	7,5	10,0	
	-----ALTURA DE PLANTAS (cm)-----				
Paiaguás	110,74	100,84	106,44	96,62	103,66
Zuri	101,74	102,05	89,74	96,30	97,46
Média	106,24	101,45	98,09	96,46	100,56
Controle	114,00				
	-----ESTANDE DE PLANTAS (plantas m ⁻¹)-----				
Paiaguás	5,61	5,78	5,77	6,04	5,80
Zuri	5,97	5,69	6,03	5,78	5,87

Média	5,79		5,74		5,90		5,91		5,84
Controle					5,73				
-----DIÂMETRO DE COLMO (cm)-----									
Paiaguás	1,88	a	1,56	b	1,65	a	1,64	a	1,68
Zuri	1,55	b	1,57	a	1,43	b	1,58	b	1,53
Média	1,72		1,57		1,54		1,61		1,61
Controle					1,78				
-----ALTURA DO DOSSEL (cm)-----									
Paiaguás	76,60		73,80		70,60		78,00		74,75 b
Zuri	103,40		101,25		95,20		97,60		99,36 a
Média	90,00		87,53		92,90		87,80		87,06
-----POPULAÇÃO DE PLANTAS (m ⁻¹)-----									
Paiaguás	11,40		15,00		18,00		22,60		16,75 b
Zuri	26,00		33,50		37,40		44,60		35,38 a
Média	18,70		24,25		27,70		33,60		26,07
-----NUMERO DE PERFILHOS-----									
Paiaguás	12,37		11,35		12,68		9,84		11,56 a
Zuri	10,48		10,28		9,18		9,09		9,76 b
Média	11,43		10,82		10,93		9,47		10,66

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

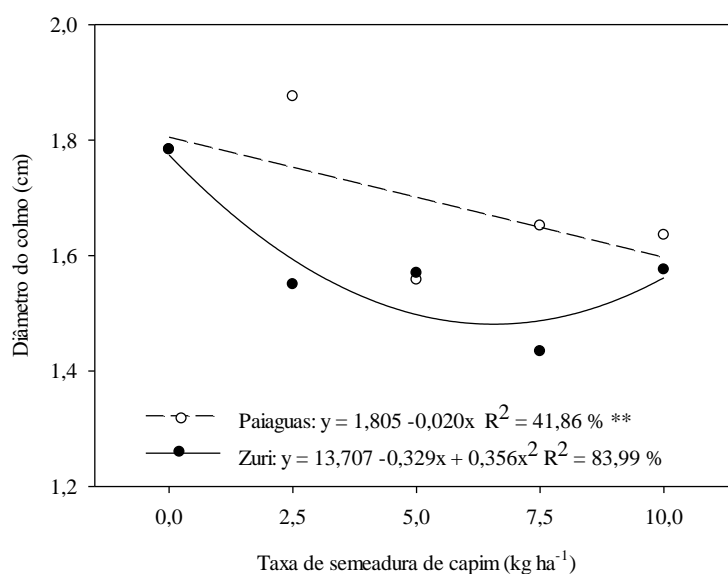


Figura 5. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento do diâmetro de colmo (DC) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

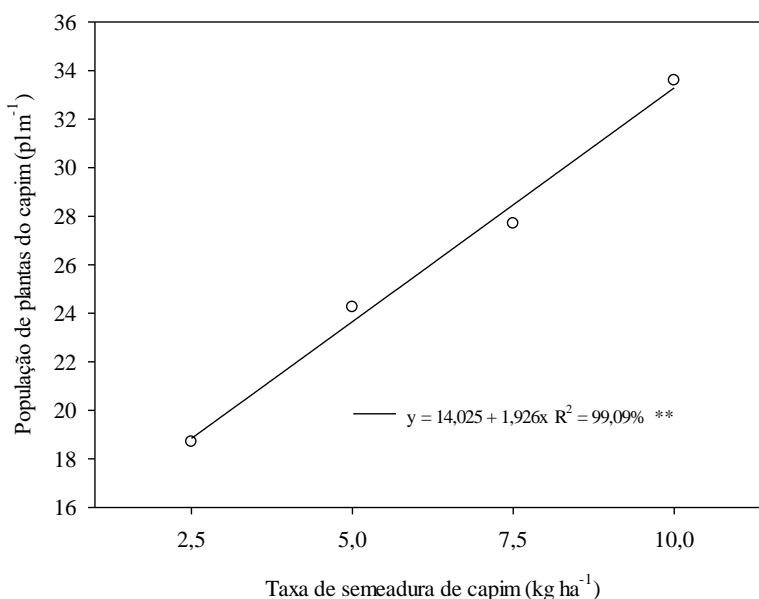


Figura 6. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da densidade de sementes de capim aos 60 DAE em função da densidade de plantas de capim.

Para a variável população de plantas aos 60 DAE houve efeito médio significativo nas densidades, e as duas forrageiras se comportaram dessa forma onde, conforme foram aumentadas as densidades de sementes de forrageiras houve um aumento na população de plantas finais, sendo que esse aumento foi maior na forrageira Zuri (Figura 6).

Para a proteína bruta do sorgo, o capim Paiaguás apresentou os maiores valores nas densidades de 7,5 e 10,0 em relação ao Zuri (Tabela 8). Já para a porcentagem de nitrogênio, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Destaque para o capim Zuri que teve acréscimos lineares em função do aumento na densidade de semeadura.

Na porcentagem de proteína bruta nas forrageiras ambas apresentaram as maiores quantidades na maior densidade de semeadura (Figura 8). Por outro lado, o capim Paiaguás apresentou maior valor de proteína bruta em relação ao Zuri em todas as densidades de semeadura, exceto para a densidade de 7,5 kg ha⁻¹ (ausência de diferença significativa entre os tratamentos) (Tabela 8). Isto pode ser justificado pelo maior teor de N no capim Paiaguás quando consorciado com o sorgo.

Tabela 7. Análise de variância das variáveis proteína bruta (PB) e nitrogênio (N) para a cultura do sorgo, das forrageiras, e sorgo/forrageira, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) para sorgo/forrageira para sorgo/forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]							
		-----SORGO-----		----FORRAGEIRA----		---SORGO/FORR.---		--SORGO/FORR.--	
		PB	N	PB	N	PB	N	FDA	FDN
Bloco	4	28,67	19,65	60,54	15,96	21,21	45,72	23,31	56,95
Consórcio (C)	1	1,97 ns	0,27 ns	74,74 **	12,47 **	13,60 **	5,58 ns	231,33 **	977,75 **
Taxa de semeadura (T)	3	13,01 **	0,38 ns	34,70 **	4,28 *	1,08 ns	0,49 ns	50,44 **	204,80 **
Consórcio x Taxa (C x T)	3	50,72 **	3,00 ns	12,75 **	1,54 ns	2,51 ns	0,69 ns	8,00 **	35,94 **
(C x T) versus Testemunha	1	9,34 **	2,48 ns	-	-	554,48 **	585,46 **	83,63 **	389,09 **
CV (%)		17,85	153,32	3,29	5,89	10,04	88,32	4,34	2,70

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

Foi realizada avaliação na interação de sorgo/forageira, as variáveis fibras em detergente ácido e fibra em detergente neutro, que apresentaram significância em todas as fontes de variação analisadas. Os teores de FDN e FDA foram maiores no capim Zuri em relação ao Paiagúas em todas as densidades de semeadura (Tabela 8). Destaque também e dado pelo acréscimo linear dos valores das duas variáveis em relação a ambas as forrageiras, com maior incremento no capim Zuri. Isto é atribuído ao maior teor de fibras da forrageira em questão em relação ao capim Paiagúas. O teor de FDN é o indicativo de quantidade total de fibra do volumoso, estando diretamente relacionado com o consumo dos animais; a FDA se relaciona com a digestibilidade do volumoso por apresentar maior proporção de lignina na fração digestível (ROSA et al. 2004).

A vantagem do consórcio pode ser comprovada pela contribuição significativa de proteína bruta pela braquiária em todos os tratamentos quando comparados com o monocultivo do sorgo (Tabela 10).

Neste sistema o maior valor de proteína bruta foi obtido com a associação de sorgo/forageira, comprovando o potencial das forragens quando associadas a uma cultura principal, ILP (MACHADO & ASSIS, 2010). Trabalhos de pesquisa têm comprovado vantagens do consórcio com sorgo para produção de forragem (REZENDE et al. 2004). As porcentagens de FDN e FDA para sorgo/forageira demonstram que a cultivar Zuri apresentou os maiores valores em relação ao controle em todas as densidades de plantio, e para a porcentagem de (FDN) seguindo a variável anterior, Zuri se apresenta como melhor opção de uso em todas as densidades de plantio e em relação ao controle (Tabela 11).

Quando associamos uma segunda cultura ao meio da cultura principal, buscamos incrementos em vários aspectos, sendo assim, a viabilidade do consórcio vem sendo positiva em várias pesquisas há um acréscimo de benefícios.

Tabela 8. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis porcentagens de proteína bruta (PB), nitrogênio (N) para sorgo, forrageiras e sorgo/forrageiras, e porcentagem de FDA e FDN para sorgo/forrageiras porcentagens para sorgo/forrageiras. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de semeadura (kg ha ⁻¹)								Média
	2,5		5,0		7,5		10,0		
-----PROTEÍNA BRUTA % (Sorgo)-----									
Paiaguás	7,38	b	7,82	b	9,05	a	7,82	a	8,02
Zuri	8,54	a	7,93	a	7,62	b	7,56	b	7,91
Média	7,96		7,88		8,34		7,69		7,97
Controle	7,62								
-----NITROGÊNIO % (Sorgo)-----									
Paiaguás	1,24		1,30		1,36		1,34		1,31
Zuri	1,38		1,30		1,24		1,34		1,32
Média	1,31		1,30		1,30		1,34		1,32
Controle	1,24								
-----PROTEÍNA BRUTA % (Forrageira)-----									
Paiaguás	15,02	a	14,50	a	12,80	a	15,96	a	14,57
Zuri	13,04	b	13,15	b	13,04	a	14,04	b	13,32
Média	14,03		13,83		12,92		15,00		13,95
Controle									
-----NITROGÊNIO % (Forrageira)-----									
Paiaguás	2,36		2,30		2,14		2,46		2,32 a
Zuri	2,14		2,15		2,14		2,24		2,17 b
Média	2,25		2,23		2,14		2,35		2,25
Controle									
-----PROTEÍNA BRUTA % (Sorgo/Forrageira)-----									
Paiaguás	14,86		15,06		15,45		15,78		15,29 a
Zuri	15,00		14,35		14,12		14,60		14,52 b
Média	14,93		14,71		14,79		15,19		14,91
Controle	7,62								
-----NITROGÊNIO % (Sorgo/Forrageira)-----									
Paiaguás	2,40		2,40		2,46		2,46		2,43
Zuri	2,40		2,33		2,34		2,36		2,36
Média	2,40		2,37		2,40		2,41		2,40
Controle	1,24								
-----FDA % (Sorgo/Forrageira)-----									
Paiaguás	31,18	b	27,54	b	30,56	b	31,98	b	30,32
Zuri	38,72	a	30,85	a	38,02	a	36,50	a	36,02
Média	34,95		29,20		34,29		34,24		33,17
Controle	28,02								
-----FDN % (Sorgo/Forrageira)-----									
Paiaguás	49,90	b	44,16	b	49,02	b	52,70	b	48,95
Zuri	62,04	a	50,48	a	60,64	a	58,34	a	57,88
Média	55,97		47,32		54,83		55,52		53,42
Controle	44,96								

*Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes aos obtidos no segundo ano de experimento para FDN, foram evidenciados por Melo et al. (1998) e Resende et al. (2003).

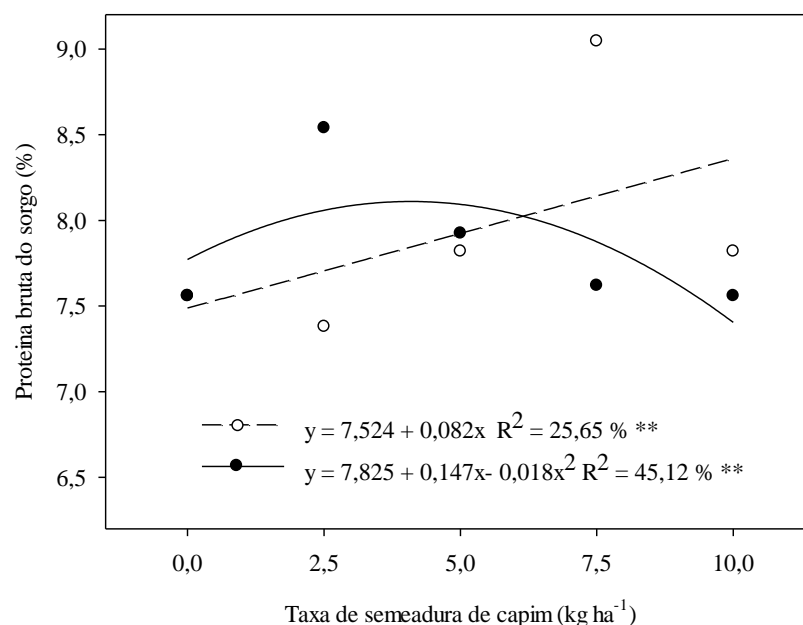


Figura 7. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da proteína bruta do sorgo (PB) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

Tabela 9. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da proteína bruta da forrageira (PB) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

Característica	Equação	R ²
PB Paiaguás	Ns	
PB Zuri	$Y = 13,707 + (-0,329X) + 0,356X^2$	87,44 % **

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

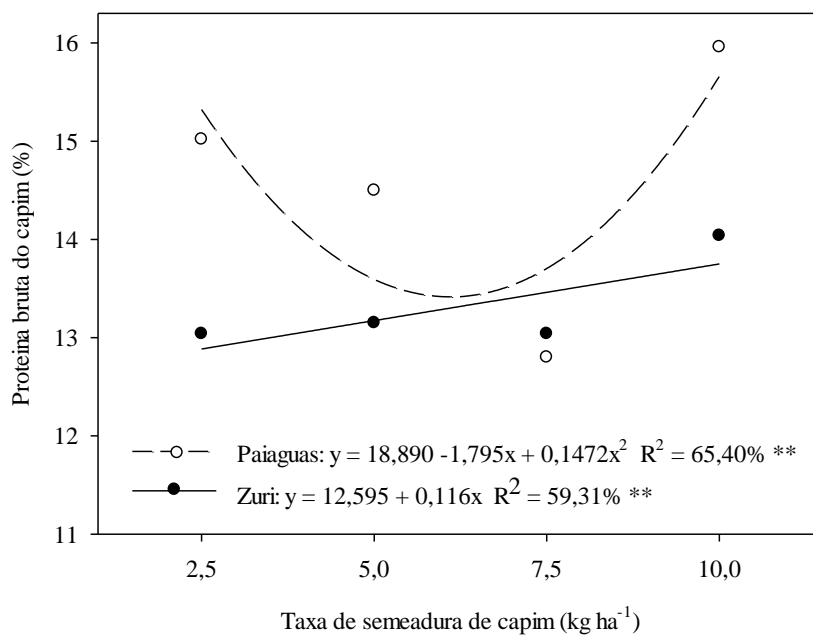


Figura 8. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da proteína bruta do capim (PB) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

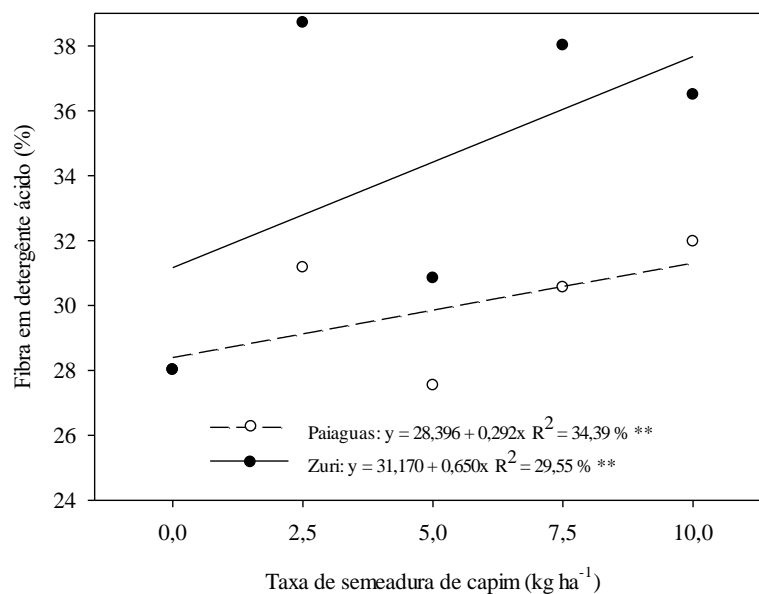


Figura 9. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da fibra em detergente ácido (FDA) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

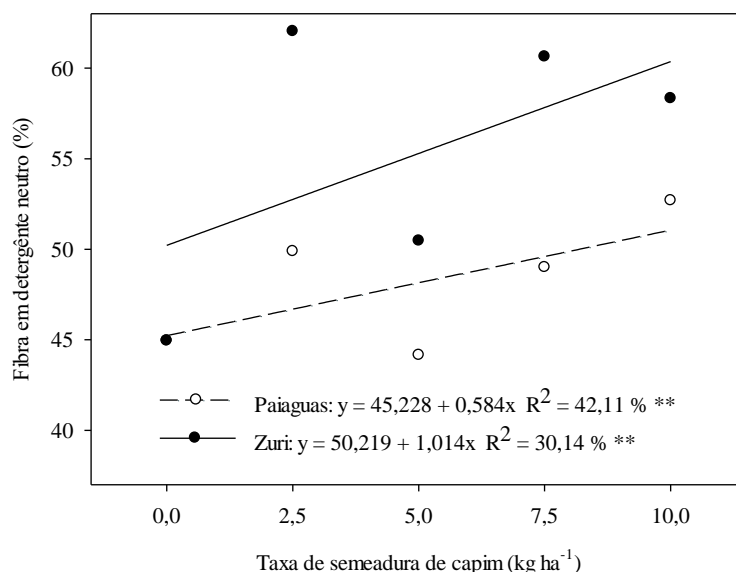


Figura 10. Equações de regressão, coeficientes de determinação e significância dos modelos de comportamento da fibra em detergente neutro (FDN) em função da densidade de plantas das espécies do consórcio.

Para a cultura do sorgo, os valores médios do consórcio para clorofilas A, B e total foram inferiores ao monocultivo do sorgo (Tabela 10) Isto está relacionado à maior competição por nitrogênio no consórcio por ambas as culturas. Conseqüentemente menores teores foliares de N no sorgo diminuiriam os teores de clorofila, visto que o elemento é essencial para a formação desta organela.

Tabela 10. Análise de variância das variáveis clorofila A (CL-A), clorofila B (CL-B), clorofila total (CL-T) para a cultura do sorgo e para a forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]					
		----- SORGO -----			----- FORRAGEIRA -----		
		CL-A	CL-B	CL-T	CL-A	CL-B	CL-T
Bloco	4	0,19	0,44	0,88	2,31	3,58	2,91
Consórcio (C)	1	4,24 ns	6,39 ns	5,26 ns	9,52 **	11,52 **	11,65 **
Taxa de semeadura (T)	3	0,82 ns	1,61 ns	1,10 ns	0,40 ns	2,50 ns	0,75 ns
Consórcio x Taxa (C x T)	3	2,04 ns	2,94 ns	2,49 ns	1,84 ns	1,63 ns	2,04 ns
(C x T) versus Testemunha	1	9,34 **	17,43 **	12,73 **	-	-	-
CV (%)		9,02	20,33	4,42	15,58	17,51	14,92

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade.

Para as forrageiras, os resultados de clorofila A, B e total foram significativos para a fonte de variação consórcio em ambas as variáveis que foram analisadas (Tabela 10). A

maior proporção de folhas do capim Paiaguás em relação ao Zuri contribuiu para os maiores teores de clorofila, visto que este pigmento está presente nos cloroplastos de órgãos que exercem a fotossíntese, como as folhas. Com a utilização do sistema de consórcio entre as culturas, à medida que se consorciou o sorgo com as forrageiras, conforme a densidade de plantio, as quantidades de clorofilas nas amostras foram alteradas.

Tabela 11. Valores de densidade de sementeira em relação a forrageiras das variáveis clorofila A (CL-A), clorofila B (CL-B) e clorofila total (CL-T) para o sorgo, e as mesmas para as forrageiras, safrinha 2021 Vianópolis/GO.

Espécie	Densidade de sementeira (kg ha ⁻¹)				Média
	2,5	5,0	7,5	10,0	
-----CL-A (Sorgo)-----					
Paiaguás	31,52	28,58	29,08	29,96	29,79
Zuri	27,66	30,35	26,78	27,26	28,01
Média	29,59	29,49	27,93	28,61	28,90
Controle	32,84				
-----CL-B (Sorgo)-----					
Paiaguás	11,56	9,08	9,34	10,54	10,13
Zuri	8,64	10,30	7,76	8,58	8,82
Média	10,10	9,69	8,55	9,56	9,48
Controle	12,72				
-----CL-T (Sorgo)-----					
Paiaguás	43,08	37,66	38,42	40,50	39,92
Zuri	36,30	40,65	34,54	35,84	36,83
Média	39,69	39,16	36,48	38,17	38,38
Controle	45,56				
-----CL-A (Forrageira)-----					
Paiaguás	32,54	30,04	31,40	27,46	30,36 a
Zuri	23,54	25,48	27,60	27,66	26,07 b
Média	28,04	27,76	29,50	27,56	28,22
-----CL-B (Forrageira)-----					
Paiaguás	11,72	9,84	10,86	8,46	10,22 a
Zuri	8,62	7,78	8,94	8,52	8,47 b
Média	10,17	8,81	9,90	8,49	9,35
-----CL-T (Forrageira)-----					
Paiaguás	44,26	39,88	42,26	35,92	40,58 a
Zuri	32,16	33,25	36,54	36,18	34,53 b
Média	38,21	36,57	39,40	36,05	37,56

**Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade

O índice SPAD tem sido utilizado para quantificações dos teores de clorofila, e caracteriza-se pela leitura rápida, simples e não destrutiva do material. O teor de clorofila é um bom indicador do estado nutritivo, na medida em que a maior parte de N das células se encontra associado às moléculas de clorofila (LOPEZ-CANTARERO et al. 1994) (NEVES et al. 2005). Segundo Argenta et al. (2002) e Rocha (2003), existe correlação positiva e significativa entre os valores obtidos com o medidor de clorofila e o teor de N nas folhas do milho, avaliados no florescimento com o rendimento de grãos.

Neves et al. (2005) analisaram o uso do SPAD-502 na avaliação dos teores de N, Fe, S e Mn em plantas de algodoeiro e observaram correlações positivas entre a leitura do aparelho e o teor de N. Existem poucos trabalhos na literatura onde são realizadas as correlações de nutrientes e valores de índice SPAD, sendo necessários mais estudos. Os resultados das variáveis de trocas gasosas, (taxa fotossintética, taxa transpiratória e condutância estomática) apresentaram ausência de efeitos para todas as fontes de variação (Tabela 12). Estes resultados sugerem a inexistência por competição por água quando o sorgo é cultivado com os capins Zuri e Paiagúas na safrinha.

Tabela 12. Análise de variância das variáveis de taxa fotossintética (A) taxa transpiratória (E) e condutância estomática (GS) do consórcio entre sorgo com espécies forrageiras. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]		
		TROCAS GASOSAS		
		A	E	GS
Bloco	4	1,02	0,17	0,69
Consórcio (C)	1	1,98 ns	3,73 ns	2,49 ns
Taxa de semeadura (T)	3	1,34 ns	0,45 ns	0,59 ns
Consórcio x Taxa (C x T)	3	1,40 ns	0,43 ns	0,17 ns
(C x T) versus Testemunha	1	4,73 ns	2,04 ns	4,06 ns
CV (%)		16,27	99,23	6,51

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%,

*Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

Tabela 13. Valores de densidade de semeadura em relação a forrageiras das variáveis A micromol, E milimol e GS mol para a cultura do sorgo. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de sementeira (kg ha ⁻¹)				Média
	2,5	5,0	7,5	10,0	
-----A micromol (Sorgo)-----					
Paiaguás	14,80	12,10	4,80	13,90	11,40
Zuri	8,70	11,30	7,90	5,40	8,33
Média	11,75	11,70	6,35	9,65	9,87
Controle	17,00				
-----E milimol (Sorgo)-----					
Paiaguás	2,90	2,40	2,20	2,60	2,53
Zuri	2,00	2,20	1,70	1,40	1,83
Média	2,45	2,30	1,95	2,00	2,18
Controle	2,90				
-----GS mol (Sorgo)-----					
Paiaguás	53,00	45,00	41,20	38,10	44,33
Zuri	33,20	40,00	31,40	21,60	31,55
Média	43,10	42,50	36,30	29,85	37,94
Controle	62,40				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade

Pode-se notar que o consórcio do sorgo com o capim Paiaguás proporcionou maior produtividade de matéria verde e seca de sorgo (Tabela 14), ao passo que Zuri foi o de maior valor. No entanto, o quando se realiza a somatória da produção de ambas as espécies proporciona a obtenção de resultados cujos valores não diferiram entre os tratamentos (Tabelas 14 e 15).

Tabela 14. Análise de variância das variáveis Matéria Verde (MV), Matéria Seca (MS) para a cultura do sorgo, da forrageira, e sorgo/forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]					
		-----SORGO-----		-----FORRAGEIRA-----		--SORGO/FORRAGEIRA--	
		MV	MS	MV	MS	MV	MS
Bloco	4	0,15	0,15	3,28	3,28	0,31	0,31
Consórcio (C)	1	4,03*	4,03*	40,17 **	40,17 **	0,00 ns	0,00 ns
Taxa de sementeira (T)	3	2,68 ns	2,68 ns	2,20 ns	2,20 ns	2,26 ns	2,26 ns
Consórcio x Taxa (C x T)	3	0,49 ns	0,49 ns	0,97 ns	0,97 ns	0,81 ns	0,81 ns
(C x T) versus Testemunha	1	0,06 ns	0,06 ns	-	-	-	-
CV (%)		0,20	0,66	22,23	22,23	13,45	13,45

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

Os valores do sistema de cultivo são considerados superiores aos obtidos por autores que, quando cultivaram a mesma espécie em monocultivo na safrinha na região Centro-Oeste. Ressalta-se que no consórcio, com a sementeira da braquiária foi realizada

a prática de dois cortes, esta técnica permitiu a produção de matéria seca (forragem/palhada) na entressafra, época em que a maior parte das pastagens estão debilitadas (MACHADO; ASSIS, 2010).

Produzir biomassa para atingir boa cobertura de solos na região dos Cerrados é um desafio, visto que o ambiente com altas temperaturas contribui para a intensificação da atividade microbiota e, rápida decomposição dos resíduos vegetais, e conforme Alvarenga et al, (2011), a quantidade de 6 t ha⁻¹ de matéria seca na superfície é suficiente para se obter boa cobertura do solo, o que possibilita cobertura favorável aos cultivos de soja e forragens.

Tabela 15. Valores de densidade de sementeira em relação a forrageiras das variáveis para sorgo, forrageira e sorgo/forrageira. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de sementeira (kg ha ⁻¹)				Média
	2,5	5,0	7,5	10,0	
-----MV kg ha ⁻¹ (Sorgo)-----					
Paiaguás	46854,72	45430,80	39062,90	41277,36	43233,20 a
Zuri	42864,60	39275,23	40352,76	36298,40	39702,33 b
Média	44965,14	42368,66	39712,90	38751,87	41515,39
Controle	40018,32				
-----MS kg ha ⁻¹ (Sorgo)-----					
Paiaguás	14056,42	13629,24	11718,87	12383,21	12969,96 a
Zuri	12859,38	11782,85	12105,83	10889,52	11910,82 b
Média	13489,54	12710,66	11913,87	11625,56	12454,97
Controle	12005,50				
-----MV kg ha ⁻¹ (Forrageira)-----					
Paiaguás	3333,36	2982,00	4190,40	5451,12	4041,78 b
Zuri	9152,00	11071,75	14690,72	18928,24	13264,67 a
Média	6025,14	6418,01	8664,56	11182,08	8032,69
-----MS kg ha ⁻¹ (Forrageira)-----					
Paiaguás	1000,01	894,60	1257,12	1648,90	1215,05 b
Zuri	2917,20	3321,86	4407,22	5678,47	4038,27 a
Média	1869,25	1925,45	2599,37	3364,70	2433,37
-----MV kg ha ⁻¹ (Sorgo/Forrageira)-----					
Paiaguás	50188,08	48412,80	43253,30	46728,48	47274,98
Zuri	52016,60	50346,98	55043,48	55226,64	52967,00
Média	50990,28	48786,67	48377,46	49933,95	49548,08
-----MS kg ha ⁻¹ (Sorgo/Forrageira)-----					
Paiaguás	15056,42	14523,84	12975,99	14032,10	14185,01
Zuri	15776,58	15104,71	16513,04	16567,99	15949,09
Média	15358,79	14636,11	14513,24	14990,27	14888,34

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Diante disto há vantagens de se consorciar o sorgo granífero com braquiária na safrinha. A realização do corte nas plantas de braquiária na entressafra, após a colheita do sorgo, simulando um pastejo, possibilitou a produção de forragem em época seca do ano (MACHADO; ASSIS, 2010).

Para população de plantas, duplas o percentual de plantas em espaçamentos e altura de plantas os resultados não foram influenciados pelas fontes de variação (Tabela 16). A população de plantas pode influenciar na altura de plantas e principalmente na produtividade, embora a planta de soja apresente alta plasticidade fenotípica (FERREIRA JUNIOR et al. 2010), é importante a população final ficar estabelecida dentro da faixa recomendada para cada variedade e região (HOTZ et al. 2014).

Em geral, o capim Zuri proporcionou maior percentual de espaçamentos com falhas na cultura da soja bem como maior produtividade de grãos (Tabela 17). Além disso, o aumento da densidade de sementes, independente da forrageira, contribui para aumento da produtividade de grãos.

Tabela 16. Análise de variância das variáveis da cultura da soja população de plantas (PP), falha (F), dupla (D), altura de plantas (AP) e produtividade (P), após o consórcio de sorgo/forrageiras. Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F calculado [Fatorial (2 x 4) + 1]				
		SOJA				
		PP	F	D	AP	P
Bloco	4	1,07	3,08	6,92	0,76	8,98
Consórcio (C)	1	3,48 ns	0,35 *	1,49 ns	0,09 ns	4,23 *
Taxa de semeadura (T)	3	0,79 ns	0,91 ns	1,14 ns	0,43 ns	3,12 *
Consórcio x Densidade (C x T)	3	2,76 ns	0,22 ns	1,79 ns	0,58 ns	0,74 ns
(C x T) versus Testemunha	1	259,69 ns	329,66 ns	27,42 ns	161,18 ns	210,73 ns
CV (%)		12,02	12,47	16,51	16,83	14,20

NS Não significativo pelo teste F; ** Significativo pelo teste F a nível de 1%, *Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

Segundo trabalho realizado por Mauad et al. (2010), se trabalhar com o aumento da densidade de semeadura de soja aumenta também a competição por água, nutrientes e principalmente por luz, resultando no estiolamento das plantas.

Um dos grandes desafios para manter a boa produtividade de grãos de soja, são as condições edafoclimáticas no início de desenvolvimento da cultura e enchimento de grãos. O consórcio de sorgo com braquiária contribui para redução do impacto, uma vez que o sistema radicular dos capins atua na melhoria da aeração do solo melhorando a infiltração de água (MERTEN et al. 2015). A melhor infiltração de água no solo contribui

para o armazenamento em quantidade e períodos mais prolongados, essencial principalmente em estações com má distribuição hídrica.

Além deste benefício do sistema, tem-se a melhoria dos atributos biológicos, químicos (SILVA et al. 2014) físicos do solo (FLÁVIO NETO et al. 2015) e da eficiência de utilização da ciclagem de nutrientes (DIAS et al. 2020), dentre outros.

Tabela 17. Valores de densidade de semeadura em relação a espécies forrageiras para as variáveis de avaliação da cultura da soja, população de plantas (PP), Falha (F), Dupla (D), Altura de plantas (AP) e Produtividade (P). Vianópolis/GO, safrinha 2021.

Espécie	Densidade de semeadura (kg há ⁻¹)				Média	
	2,5	5,0	7,5	10,0		
-----PP m (Soja)-----						
Paiaguás	16,42	20,11	18,90	19,00	18,61	a
Zuri	18,14	16,95	17,02	17,68	17,45	a
Média	17,28	18,53	17,96	18,34	18,03	
Controle	18,67					
-----F m (Soja)-----						
Paiaguás	8,68	7,96	8,32	8,24	8,30	b
Zuri	8,76	7,85	8,52	8,96	8,52	a
Média	8,72	7,91	8,42	8,60	8,41	
Controle	9,20					
-----D m (Soja)-----						
Paiaguás	7,08	7,16	5,76	6,60	6,65	a
Zuri	5,96	5,80	6,08	7,04	6,22	a
Média	6,52	6,48	5,92	6,82	6,44	
Controle	7,12					
-----AP cm (Soja)-----						
Paiaguás	81,73	71,42	81,32	82,46	79,23	a
Zuri	81,62	81,12	78,33	80,48	80,39	a
Média	81,68	76,27	79,83	81,47	79,81	
Controle	83,73					
-----P Kg/ha ⁻¹ (Soja)-----						
Paiaguás	3786,67	3912,07	4322,87	4799,34	4217,34	b
Zuri	4544,98	3890,31	4354,79	4408,45	4298,28	a
Média	4157,28	3928,85	4351,59	4602,85	4263,55	
Controle	4748,84					

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Alguns trabalhos destacam informações semelhantes as deste estudo, onde há benefício no consórcio das forrageiras em produtividade e em longo prazo para cultura subsequente como a soja. Alcântara et al. (2011) concluíram que o consórcio sorgo-soja proporciona maior produtividade de proteína bruta e Rezende et al. (2010) concluíram que o sistema em consórcio sorgo-soja apresentou forragem mais rica em nutrientes em relação ao monocultivo do sorgo. Correia et al. (2011) observaram que a soja cultivada sobre a palha de capim-marandu apresentou incremento em sua altura média, o que não refletiu positivamente em sua produtividade. A altura de plantas está entre os fatores que influenciam diretamente as perdas de colheita e a pureza de grãos. Nunes et al. (2010) observaram, para a soja os menores valores de altura de plantas foram observados nos tratamentos em que a soja foi cultivada no pousio e sobre o sorgo granífero solteiro.

A cultura do sorgo quando em consórcio com plantas forrageiras como os capins Paiagúas e Zuri em densidades acima de $7,5 \text{ kg ha}^{-1}$, apresenta resultados satisfatórios para ambas as culturas e ainda para as culturas subsequentes, no caso deste estudo, a cultura da soja.

O cultivo do sorgo em consórcio com espécies forrageiras não apresentou diferença significativa para a altura da planta de sorgo assim como para o número de perfilhos das forrageiras. Isso demonstra que o consórcio de ambas pode vir a se tornar uma alternativa promissora de cultivo, pois além da cultura do sorgo, ainda seria possível obter o aproveitamento das forrageiras tanto para alimentação de animais, como palhada para o sistema de plantio direto, quando em época adequada.

CONCLUSÕES

As maiores densidades de semeaduras possibilitaram maiores incrementos nos parâmetros avaliados relacionados ao consórcio, os resultados obtidos permitem afirmar que, para os parâmetros de crescimento e morfológicos, o *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri apresentou os melhores resultados, entre altura de dossel até os parâmetros de avaliação da cultura da soja em sucessão. Conclui-se que a melhor espécie que possibilita maior produção de forragem em consórcio com sorgo forrageiro na safrinha, e a *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri na taxa de semeadura da forrageira em 7,5 kg ha⁻¹, além de maior performance agrônômica da soja cultivada em sucessão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, H. P. REZENDE, P. M. CARVALHO, E. R. PASSOS, A. M. A. BOTREL, E. P. 2011. Consórcio sorgo-soja. XVI. Cortes, épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. **Revista Ciência Agronômica**.

ALVARENGA, R.C; CABEZAS, W.A. L; CRUZ, J.C; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2011.

ALVES, E. M; PEDREIRA, M. S; AGUIAR, L. V; COELHO, C. P; OLIVEIRA, C. A. S; SILVA, A. M. P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição a silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 157-164, 2012.

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Geotecnologia – Recuperação de pastagens no Cerrado. **Agroanalysis**, v. 36, p. 30-33, 2016.

ARGENTA, G. Parâmetros da planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 37, n. 4. p. 519-527, 2002.

ARRUDA, N. V. M. De; ABREU, J; AMARAL, J. L. do; OLIVEIRA, A. A.; COELHO, F. P.; SANTOS, C. E; RUEDA, C. T.; FERREGUTTI, B. C.; REZENDE, B. C.; CRUZ, L. B. Produção de matéria seca de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) em lotação rotacionada nos períodos de seca e águas. **Biodiversidade**, Rondonópolis, v.7, n.1, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04:015. 06-004 -semeadoras de precisão**: ensaio de laboratório-método de ensaio. São Paulo, 1994. 26 p.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE PRODUTORES DE SEMENTES. **Evolução da área e produção de sorgo no Brasil**. 2017.

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G P.; FREITAS, K. R.; PINHEIRO, E. P. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.3, p.435-446, 2007.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; ALVES, V. B.; LEITE, L. F.; COSTA, A. de A. Desempenho do consórcio milho-braquiária: populações de plantas e modalidades de semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. [Campinas]: **Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: ABMS**, 2012.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. **Informações Agrônomicas**, n. 100, 2002. 24 p. (Arquivo do agrônomo, 14).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21** - Décimo levantamento, Brasília, v. 7, 2021. 74 p.

CORREIA, N M.; DURIGAN, J C.; ESPANHOL, M. Manejo de plantas daninhas em soja geneticamente modificada tolerante ao glyphosate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.242-247, 2011.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, E. C.; EPIFANIO, P. S.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, V. R. Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 19, p. 1712-1723, 2016.

DIAS, M.B.C.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; BILEGO, U.O.; FURTINE NETO, A.E.; ALMEIDA, D.P.; BRAND, S.C.; VILELA, L. *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop–livestock system and a second-crop maize system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, p. 1-12, 2020.

DIAS-FILHO, M. B. **Recuperação de pastagens e segurança alimentar: uma abordagem histórica da pecuária na Amazônia**. Bebedouro: Editora Scot Consultoria, 2013.

DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. Agroenergia em **Revista, Brasília**, n. 3, p. 14-52, 2011.

FERNANDES Patrick Bezerra; THEODORO Gustavo de Faria; GURGEL Antônio Leandro Chaves; COSTA, Carolina Marques; COSTA Ana Beatriz Graciano da; SANTANA, Juliana Caroline Santos; SILVA Manoel Gustavo Paranhos da; BOMFIM Leandro Nogueira. Aspectos relacionados ao potencial forrageiro do sorgo: Revisão. Publicado na **Revista eletrônica Pubvet/ MV Valero Editora-me** - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. ISSN: 1982-1263. v.14, n.7, a603, p.1-7, Jul., 2020. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/7133/aspectos-relacionados-ao-potencial-forrageiro-do-sorgo-revisatildeo>. Acesso em 23. Fev.2022.

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

FERREIRA JUNIOR J.A; ESPINDOLA, D.M.C. G; GONÇALVES, D.A. R; LOPES, E.W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba - MG. **FAZU em Revista**, v. 7, p. 13-21, 2010.

FLÁVIO NETO, J; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biológica soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 375-383, 2015.

HOTZ, V.; COUTO, R.F.; OLIVEIRA, D.G.; REIS, E.F. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1371-1376, 2014.

LIMA Beatriz Barreto de, BISPO Paula Cristina Ferreira, VITOR Laila Gabriela Santos, SILVEIRA Eduarda Santos, SILVA Alex Florentino da, OLIVEIRA Gustavo Hugo Ferreira de. Análise de trilha para seleção indireta de sorgo forrageiro com base nas

características morfológicas na região do Alto Sertão Sergipano. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas - TO, 2022. Disponível em: <https://10.36725/agries.v8i1.6514https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/index>. Acesso em 20. Fev.2022.

LOPEZ-CANTARERO, I, LORENTE, F. A.; ROMERO, L. **Are chlorophylls good indicators of nitrogen and phosphorus levels**. J. Plant Nutr., Nova Iorque, v. 17, p.979-990, 1994.

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.

MACIEL, M.P.; MOURA, V.H.S.; AIURA, F.S.; AROUCA, C.L.C.; SOUZA, L.F.M.; SILVA, D.B. E SAID, J.L.S. Níveis de proteína em rações com milho ou sorgo para codornas japonesas. **Arquivos de Zootecnia**, Juazeiro, v.68, n. 261, p. 110-118, 2019.

MAKINO, P. A.; COSTA, A. de A.; ZANON, E. de M.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Estabelecimento de *Brachiaria ruziziensis* em função de velocidades de semeadura e níveis de chuva. In: **Jornada De Iniciação À Pesquisa Da Embrapa**, Dourados – MS, 2012.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasil / Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf Acesso em 23. Fev.2022.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

MATIAS, M. L.; GONÇALVES, V. O; BRAZ, G. B. P.; ANDRADE, C. L. L.; SILVA, A. G.; BARROSO, A. L. L. Uso de subdoses de glyphosate na supressão de espécies forrageiras consorciadas com milho. **Científica**, v. 47, n. 4, p. 380-387, 2019.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados-MS, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MELLO, L. M. M.; YANO, É. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, É. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

MERTEN, G. H.; ARAÚJO, A. G.; BISCAIA, R. C. M.; BARBOSA, G. M. C.; CONTE, O. No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 152, p. 85-93, 2015.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

NARDOTTO, Rafael dos Santos. **Determinação do teor de proteína bruta da Brachiaria Brizantha Stapf e sua viabilização na produção industrial de ração animal e suplemento alimentar**. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2016.

NETO, Francisco Ferreira Martins; FERREIRA, Carla Samara dos Santos. **Ciência do solo: classificação**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. Disponível em: http://cm-kl-content.s3.amazonaws.com/201901/INTERATIVAS_2_0/CIENCIA_DO_SOLO_CLASSIFICACAO/U1/LIVRO_UNICO.pdf Acesso em 21. Fev.2022.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. T. & PINHO, P. J; Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.517-521, 2005.

NUNES, A.S.; TIMOSSI, P.C.; PAVANI, M.C.M.O.D.; COSTA ALVES, A.P.L. Formação de cobertura vegetal e manejo de plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direta. **Planta Daninha**, v.28, p.727-733, 2010.

OLIVEIRA, S. S.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SANTOS, C. B. ; TEIXEIRA, D.A.A. ; SILVA, V. C. E. Production and quality of the silage of sorghum intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and at different maturity stages. **Animal Production Science**, v. 1, p. 1-11, 2020.

PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C. de; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V. Produtividade e qualidade de silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

PÖHLITZ, J.; RÜCKNAGEL, J.; KOBLENZ, B.; VOGEL, H. Computed tomography and soil physical measurements of compaction behaviour under strip tillage, mulch tillage and no tillage. **Soil and Tillage Research**, v. 175, n. 8, p. 205-216, 2018.

PORTES, T. A. CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

RESENDE, J.A.; PEREIRA, M.N.; von PINHO, R.G.; FONSECA, A.H.; SILVA, A.R.P. Ruminant silage degradability and productivity of forage and grain-typesorghum cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

REZENDE, P.M., ALCANTARA, H.P., CARVALHO, E.R., PASSOS, A.M.A., DOURADO, M.A.F.S. Consórcio sorgo-soja. XV. Épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de corte na composição da forragem. **Bioscience Journal**. 779-788, 2010.

REZENDE, P.M; SILVA, A.G; BOTREL, É.P; GOMES, L.L & GRIS, C. F . Consórcio Sorgo-Soja. VIII. Sistema de corte, cultivares de soja e híbridos de sorgo na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo do sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, 2004.

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, J. T.; SANTOS JÚNIOR, D. R. Silage quality of sorghum and *Urochloa brizantha* cultivars monocropped or intercropped in different planting systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 3, p. 243-250, 2017.

ROCHA, R. C. N. Respostas de híbridos de milho e ciclo superprecoce, precoce e normal à aplicação de nitrogênio no sistema de plantio direto. 2003. 47 f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

ROSA, J.R.P.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. da; PASCOAL, L.L.; PACHECO, P.S.; FATURI, C.; SANTOS, A.P. dos. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.1016-1028. 2004.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANTOS, P.J.; REZENDE, P.M.; PASSOS, A.M.A.; CARVALHO, E.A.; CARVALHO, E.V. Consórcio sorgo-soja XIII efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.397-404. 2009.

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. **Crescimento de *Brachiaria* spp. e milho safrinha em cultivo consorciado**. Agrarian, Dourados, v. 5, n. 18, p. 349-355, out./dez. 2012.

SILVA, A.G.; MORAES, L.E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I.R.; SIMON, G.A. **Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013.

SILVA, A. G.; ANDRADE, C. L. L.; GOULART, M. M. P.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A.; MOURA, I. C. S. Consórcio de sorgo granífero com braquiárias na safrinha para produção de grãos e biomassa. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.3, p. 495-508, 2017.

SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; OLIVEIRA, C. A. A.; FERREIRA, C. J. B.; TEIXEIRA, I. R.; ALMEIDA, K. L. Variabilidade dos atributos físicos do solo e dinâmica da palhada em sistema integração lavoura-pecuária no cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, p. 429-440, 2020.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio sorgo e *Brachiaria* na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 697-705, 2014.

SILVA, A.G.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I.R.; COSTA, K.A.P.; BRACCINI, A.L.E. Seleção de cultivares de sorgo e braquiária em consórcio para produção de grãos e palhada. **Ciências Agrárias**, v. 36, p. 2951-2964, 2015.

SOUZA, V. G. PEREIRA, O. G. MORAES, S. A. VALADARES FILHO, R. G. S. C. ZAGO, C. P. FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo de silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.3, p. 753-759, 2003.

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo de alto valor nutritivo. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2001. p. 519-544.

ZANON, E. de M.; LEITE, L. F.; TEFEN, J. R.; LIMA, V.; CECCON, G. Germinação de sementes de forrageiras perenes em baixas temperaturas e diferentes profundidades. In: **Jornada De Iniciação À Pesquisa Da Embrapa**, Dourados – MS: 2012.