

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE – GO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS AGRÁRIAS -  
AGRONOMIA

**DENSIDADE DE SEMEADURA DE *Brachiaria ruziziensis* EM  
CONSÓRCIO COM SORGO GRANÍFERO NA SAFRINHA NA  
REGIÃO DOS CERRADOS**

Autor: Osmaria Ribeiro Bessa  
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon

RIO VERDE - GO  
Outubro - 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE – GO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -  
AGRONOMIA

DENSIDADE DE SEMEADURA DE *Brachiaria ruziziensis* EM  
CONSÓRCIO COM SORGO GRANÍFERO NA SAFRINHA NA  
REGIÃO DOS CERRADOS

Autor: Osmaria Ribeiro Bessa  
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTORA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde - GO - Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

RIO VERDE-GO  
Outubro - 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

BOS83d Bessa, Osmaria Ribeiro  
Densidade de Semeadura de Brachiaria ruziziensis  
em Consórcio com Sorgo Granífero na Safrinha na Região  
dos Cerrados / Osmaria Ribeiro Bessa; orientador  
Alessandro Guerra da Silva; co-orientador Gustavo  
André Simon. -- Rio Verde, 2020.  
68 p.

Tese (Doutorado em Pós Graduação - Ciências  
Agrárias - Agronomia) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Rio Verde, 2020.

1. Braquiária. 2. Cobertura Vegetal. 3.  
Produtividade. 4. Sorghum bicolor. I. da Silva,  
Alessandro Guerra, orient. II. Simon, Gustavo André,  
co-orient. III. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO  
IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Tese                             | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Osmaria Ribeiro Bessa

Matrícula: 2016202320140042

Título do Trabalho: DENSIDADE DE SEMEADURA DE *Brachiaria ruziziensis* EM CONSÓRCIO COM SORGO GRANÍFERO NA SAFRINHA NA REGIÃO DOS CERRADOS

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_/\_\_/\_\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 02/05/2021.



---

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



---

Assinatura do(a) orientador(a)

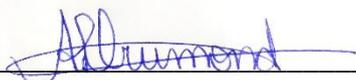
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE – GO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -  
AGRONOMIA

DENSIDADE DE SEMEADURA DE *Brachiaria ruziziensis* EM  
CONSÓRCIO COM SORGO GRANÍFERO NA SAFRINHA NA  
REGIÃO DOS CERRADOS

Autor: Osmaria Ribeiro Bessa  
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva

TITULAÇÃO: Doutor (a) em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

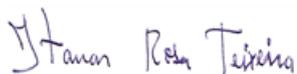
APROVADA em 23 de outubro de 2020.



Dra. Anailda Angélica Lana Drumond  
Avaliador externo



Prof. Dra. Katia Aparecida de Pinho Costa  
Avaliador interno



Dr. Itamar Rosa Teixeira  
Avaliador externo



Dra. Maria Mirmes Paiva Goulart  
Avaliador externo



Prof. Dr. Alessandro Guerra, da Silva  
Presidente da banca  
IF Goiano - Campus Rio Verde

Ao meu filho João, meus pais e irmãos, pela compreensão e incentivo durante as etapas deste projeto,

***OFEREÇO***

A toda a minha família, em especial à minha mãe Marli e meu pai Walter,

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela iluminação e sabedoria para a conclusão desse projeto diante de todas as adversidades superadas.

A minha família, que tiveram paciência e souberam entender os momentos de ausência.

Ao professor e orientador Alessandro Guerra da Silva, pela orientação e confiança no desenvolvimento das etapas deste trabalho.

Ao professor Gustavo André Simon por todo apoio na idealização do trabalho.

À Universidade de Rio Verde - UniRV, pela parceria e apoio, imprescindíveis para execução dos trabalhos.

À família Carvalho e família Van Den Broek, por permitir a troca de experiências e utilização de suas propriedades rurais.

À empresa Syngenta, na pessoa do José Renato Evangelista e Pedro Emílio, pela compreensão e apoio essenciais no desenvolvimento dos trabalhos.

À representante Evânia, pela colaboração e disponibilização dos materiais.

A todos os alunos de iniciação científica que contribuíram com o trabalho.

Ao aluno de iniciação científica Lucas, deixo um agradecimento especial.

Aos professores do IF Goiano, pelos ensinamentos e conhecimentos adquiridos ao longo das disciplinas.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e colaborações no trabalho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

OSMARIA RIBEIRO BESSA, filha de Marli e Walter Ribeiro Bessa, nasceu no dia 10 de agosto de 1987, em Bom Jesus, Estado de Goiás.

Concluiu ensino médio no Colégio Nacional, em 2004.

Em 2005, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Lavras, concluindo a graduação em janeiro de 2011.

Exerceu a profissão em empresas de iniciativa privada como engenheira agrônoma, atuando na área de melhoramento, desenvolvimento e produção de sementes.

Ingressou em agosto de 2011 no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, vinculado ao IF Goiano – Campus Rio Verde, obtendo o título de mestre em produção vegetal em setembro de 2016.

Em 2016, ingressou no Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, vinculado ao IF Goiano.

Obteve o título de Doutor em Ciências Agrárias, após a defesa de tese em outubro de 2020.

## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL.....	x
ÍNDICE DE TABELAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIACÕES .....	xvi
RESUMO GERAL.....	1
GENERAL ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	5
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos específicos .....	14
3. CAPÍTULO I.....	15
<b>RENDIMENTO DE SORGO E SOJA EM SISTEMA CONSORCIADO VIA SISTEMA DE PLANTIO LANÇO E ENTRELINHA.....</b>	<b>15</b>
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
3.1. INTRODUÇÃO .....	17
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.4. CONCLUSÃO .....	29
3.5. REFERÊNCIAS.....	30
4. CAPÍTULO II.....	34
<b>DENSIDADE DE BRAQUIÁRIA EM CONSÓRCIO COM SORGO VIA SISTEMA DE PLANTIO LANÇO E ENTRELINHA.....</b>	<b>34</b>
RESUMO.....	34

ABSTRACT.....	35
4.1. INTRODUÇÃO .....	35
4.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	37
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4.4. CONCLUSÃO .....	47
4.5. REFERÊNCIAS .....	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	52

## ÍNDICE DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Resumo de análise de variância para as características panículas colhidas (PAN COL); altura (ALT); clorofila adaxial (CLOR ADA) e clorofila abaxial (CLOR ABA); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD), massa seca sorgo (MS SORGO), massa seca braquiária (MS B) e massa seca total (MS TOTAL) e do posterior cultivo de soja: cobertura vegetal 1(CV1); cobertura vegetal 2 (CV2); população inicial (POP INI); população final (POP F); altura (ALT); inserção primeira vagem (IPV); vagens haste principal (VAG HP); vagens haste secundária (VAG HS); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD), referente ao consórcio de sorgo com braquiária na safrinha 2016 e cultivo de soja safra 2016/17, em Montividiu, Goiás.....	23
Tabela 2	Valores percentuais de produtividade de sorgo, soja, valor total investido e cobertura vegetal 2, no ensaio safrinha 2016 e safra 2016/17, em Montividiu, Goiás.....	29
Tabela 3	Resumo de análise de variância para as características população final (POP F); panículas colhidas (PAN COL); altura (ALT); clorofila adaxial (CLOR ADA) e clorofila abaxial (CLOR ABA); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) para	

	o consórcio de sorgo e braquiária, na safrinha 2018, e para as características cobertura vegetal 1 (CV1); cobertura vegetal 2 (CV2); população inicial (POP INI); população final (POP F); altura (ALT); inserção primeira vagem (IPV); vagens haste principal (VAG HP); vagens haste secundária (VAG HS); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) para o cultivo de soja, em sucessão, na safra 2018/19, em Montividiu, Goiás.....	42
Tabela 4	Valores percentuais de produtividade de sorgo, soja, valor total investido e cobertura vegetal 2, no ensaio safrinha 2018 e safra 2018/19, em Montividiu, Goiás.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Dados meteorológicos no período de condução do experimento. Montividiu, Goiás, 2016/2017.....	19
Figura 2 Análise de regressão de número de panículas colhidas (2a), altura de plantas de sorgo (2b), produtividade de grãos de sorgo (2c), biomassa seca do sorgo (2d), biomassa seca da braquiária (2e) e biomassa seca de braquiária + sorgo (2f), no ensaio colhido em Montividiu, Goiás, safrinha 2016.....	25
Figura 3 Análise de regressão da característica de altura da planta de soja (3a), número de vagens na haste primária (3b), cobertura vegetal 1 – no momento da colheita do sorgo (3c) e cobertura vegetal 2 – momento anterior à semeadura da soja (3d).....	27
Figura 4 Dados meteorológicos no período de condução do experimento. Montividiu, Goiás, 2018/2019.....	37
Figura 5 Análise de regressão para população final de plantas de sorgo (5a), panículas colhidas (5b) e produtividade de grãos de sorgo (5c), no ensaio de consórcio de sorgo + <i>B. ruziziensis</i> , na safrinha 2018, em Montividiu, Goiás.....	43

Figura 6	Análise de regressão das características de cobertura vegetal 1 – no momento da colheita do sorgo (6a) e cobertura vegetal 2 – momento anterior à semeadura da soja (6b), população inicial (6c) e final (6d) de soja, altura de plantas de soja (6e), altura de inserção da primeira vagem (6f) e produtividade de grãos de soja (6g) .....	45
----------	--	----

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIACÕES

Símbolo/Sigla	Significado
%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
ABA	Abaxial
ADA	Adaxial
ALT	Altura
Aw	Clima do tipo tropical
B.	<i>Brachiaria</i>
cm	Centímetro
cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Centimol por decímetro cúbico
CPC/NOAA	Climate Prediction Center / National Oceanic and Atmospheric Administration
CV1	Cobertura Vegetal 1
CV2	Cobertura Vegetal 2
et al.	e colaboradores
g	Gramas
GO	Goiás
HP	Haste Principal
HS	Haste Secundária
IPV	Altura de Inserção da Primeira Vagem
kg ha <sup>-1</sup>	Quilograma por hectare
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metros quadrados
mm	Milímetros
ns	Não significativo
NSV	Número de sementes viáveis m <sup>-2</sup>
O	Oeste
PS	Peso de Sementes
P	Fósforo
PAN COL	Panículas Colhida
pH	Potencial hidrogeniônico

PMG	Peso de mil grãos
POP F	População Final
POP INI	População Inicial
PROD	Produtividade
$R^2$	Coefficiente de determinação
S	Sul
Test	Testemunha
TP	Tamanho Parcela
$W m^{-2}$	Watts por metro quadrado

## RESUMO GERAL

BESSA, OSMARIA RIBEIRO. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO. Outubro de 2020. **Densidade de Semeadura de *Brachiaria ruziziensis* em Consórcio com Sorgo Granífero na Safrinha na Região dos Cerrados.** Orientador: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva. Coorientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon.

O cultivo de sorgo granífero com *B. ruziziensis* na safrinha tem possibilitado a produção de grãos e de biomassa na entressafra, porém a correta utilização de densidade populacional de Braquiária tem ficado aquém do ideal para a manutenção da palhada no sistema plantio direto e garantia de produtividade do sorgo. Para aumentar a produção de biomassa de Braquiária na entressafra, o presente projeto tem por objetivo identificar a densidade de semeadura de *B. ruziziensis* consorciadas com sorgo granífero na safrinha que proporcione produção de biomassa da forrageira na entressafra, sem, contudo, ocasionar redução na produtividade de grãos do sorgo e soja. Os ensaios foram instalados nas safrinhas de 2016 e 2018, safra 2016/17 e 2018/19, a campo, no município de Montividiu - GO, utilizando dois sistemas de para braquiária (entrelinha e lanço). Em cada safrinha, foram implantados os ensaios, correspondendo aos consórcios entrelinha e à lanço, todos no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2 com quatro repetições, correspondendo a cinco densidades de sementes de *B. ruziziensis* (0, 25, 50,75 e 100 sementes puras viáveis m<sup>-2</sup>) e dois sistemas de semeadura (lanço e entrelinha). Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas do sorgo granífero: número de panículas, altura de plantas, clorofila, peso de mil grãos e produtividade. Além destas, foi avaliado para ambas as espécies o percentual de

cobertura do solo. Na cultura de soja foram avaliadas as seguintes características: população inicial e final, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens da haste primária e secundária, peso de mil grãos e produtividade de grãos. O sistema a lanço resultou em maior produtividade de grãos de sorgo que o sistema entrelinha de semeadura. O aumento de densidade de *B. ruziziensis* em ambos sistemas de consórcio ocasionou o incremento de cobertura vegetal, mostrando-se como alternativa para a manutenção de cobertura vegetal por mais tempo nos solos de Cerrado.

PALAVRAS-CHAVE: Braquiária; cobertura vegetal; produtividade; *Sorghum bicolor*

## GENERAL ABSTRACT

BESSA, OSMARIA RIBEIRO. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO. (Goiano Federal Institute of Education, Science, and Technology), Rio Verde Campus, Goiás State (GO), Brazil. 2020 October. **Sowing density of *Brachiaria ruziziensis* intercropped with grain sorghum in the off-season in the Cerrado region.** Advisor: Prof. Dr. Silva, Alessandro Guerra da. Coadvisor: Prof. Dr. Gustavo André Simon.

The graniferous sorghum cultivation with *B. ruziziensis* in the off-season has enabled the production of grains and biomass in the off-season, however the correct use of population density in brachiaria has been below the ideal to maintain the straw in the no-tillage system and guaranteeing sorghum yield grain. In order to increase the brachiaria biomass production in the off-season, the present project aims to identify the sowing density of *B. ruziziensis* intercropped with graniferous sorghum in off-season that provides forage biomass production in off-season, without, however, causing a reduction in grain yield sorghum and soybean. The tests were installed in the 2016 and 2018 off season, 2016\_17 and 2018\_19 season, in the field, in the municipality of Montividiu - GO, using two brachiaria systems (inter row and haul). In each off-season, the tests were implemented, corresponding to the inter row and haul intercrop, all in a randomized block design in a 5x2 factorial scheme with four replications, corresponding to five seeds densities of *B. ruziziensis* (0, 25, 50.75 and 100 viable pure seeds m<sup>-2</sup>) and two sowing systems (inter row and haul). The following agronomic characteristics of grain sorghum were evaluated: number of panicles, plant height, chlorophyll, weight of a thousand grains and yield. In addition to these, the percentage of soil cover was evaluated for both species. In the soybean crop, the following characteristics were evaluated: initial and final population,

height of insertion of the first pod, number of pods of the primary and secondary stem, weight of a thousand grains and grain yield. The throw system resulted in higher sorghum grains than the inter-row seeding system. The increase in the density of *B. ruziziensis* in both intercropping systems led to an increase in vegetation cover, showing itself as an alternative for maintaining vegetation cover for longer periods in the Cerrado soils.

**KEY WORDS:** *Brachiaria*; cover crop; yield; *Sorghum bicolor*

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum*, e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. É originária de regiões de clima tropical, no continente Africano, mas algumas evidências indicam que possam ter ocorrido duas regiões de dispersão independentes: África e Abissínia, nome atual da Etiópia (Ribas, 2014). É uma das culturas alimentares mais versáteis e mais eficientes, sob ponto de vista fotossintético (Fonseca et al., 2014).

O Brasil ocupa a oitava posição mundial e é o quarto cereal mais cultivado no país, perdendo apenas para trigo, arroz e milho (USDA, 2020). Esta produção é principalmente destinada à alimentação de suínos, aves e bovinos, um dos fatores que contribui para o crescimento da produção ao longo dos anos no Brasil. Acredita-se que o incremento de área cultivada se deve principalmente ao consumo deste grão na fabricação de ração. Além da utilização em ração, este cereal possui ampla versatilidade, podendo ser utilizado na alimentação humana, servindo de matéria-prima para produção de álcool, bebidas alcoólicas, colas, tintas, vassouras, extração de açúcar, produção de amido e óleo comestível (Corder, 2014).

No Brasil, a área total de sorgo na safra 2021/2021 é estimada em 839,8 hectares, um incremento de 4,6 ha em relação à safra anterior. A estimativa é que o Brasil produza 2,59 milhões de toneladas nesta safra, atingindo a produtividade média de 3.443 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2021). O Estado de Goiás se destaca como maior produtor deste grão, com a produção de 1.214 milhão de toneladas e produtividade média de 3.240 Kg ha<sup>-1</sup>, na safra de 2020 (Conab, 2020).

No Centro-Oeste, o sorgo apresenta amplo potencial para uso nos cultivos de safrinha, pois é possível a mecanização de todas as práticas culturais do agrossistema

(Leal et al., 2013). Outro ponto de grande interesse do cultivo de sorgo para a região é a plasticidade do mesmo com relação ao volume hídrico disponível, possibilitando assim o plantio em épocas de semeadura que a cultura do milho já não seria mais semeada em condições de sequeiro.

Além disso, tem sido indicado como alternativa viável de substituição ao milho na cultura de sucessão, tanto para formação de biomassa de recobrimento da superfície do solo essencial para a manutenção do sistema de plantio direto, quanto para a produção de grãos e silagem (Silva et al., 2014; Menezes et al., 2014). Assim, tem crescido em importância do ponto de vista econômico, pois a escassez do milho no mercado eleva a demanda pelo sorgo na fabricação de ração (Albuquerque et al., 2014).

A cultura do sorgo se destaca entre os cereais para cultivo em sucessão a soja na região dos Cerrados (Alves et al., 2019). Isto é atribuído ao valor nutritivo do cereal ser semelhante ao do milho para produção de rações, menor custo de produção, apresentar viabilidade econômica para cultivo na safrinha (Silva et al., 2015) e a adaptação a diferentes ambientes (Guimarães et al., 2020), principalmente sob condições de déficits hídricos (Cysne; Pitombeira, 2012).

No Cerrado, a dificuldade em manter a palhada na superfície do solo, em função dos longos períodos secos, é impasse para a implantação do sistema plantio direto (SPD) pela impossibilidade de uma cultura de entressafra ou de inverno (Wutke et al., 2014). Dessa maneira, há a necessidade da implantação de sistemas mais conservacionistas como é o caso do SPD que utiliza espécies vegetais para cobertura do solo, rotação/sucessão de culturas, e mais recentemente, a adoção da integração lavoura-pecuária (ILP) (Costa et al., 2015).

O cultivo de safrinha, principalmente de milho e sorgo, viabiliza a adoção do sistema plantio direto, pela maior relação C/N e menor taxa de decomposição da palhada, que se mantém por maior tempo na superfície do solo (Leite et al., 2014).

A manutenção de resíduos vegetais, acumulados por plantas de cobertura, pastagens e por restos culturais de lavouras comerciais, proporcionam um ambiente que contribui com o retorno de quantidades significativas de nutrientes, fornece matéria orgânica, protege o solo de agentes erosivos, mantém a umidade do solo e dessa forma, contribui com a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Chioderoli et al., 2012; Mendonça et al., 2013).

A utilização do plantio direto intercalando gramíneas com culturas comerciais tem grande potencial para melhorar a qualidade do solo através do sequestro de carbono,

ciclagem de água e nutrientes e melhoria dos atributos microbiológicos do solo (Cosser et al., 2016).

Adicionalmente, há o benefício de manter e repor a matéria orgânica, que possibilita solos bem drenados, com maior taxa de infiltração e disponibilidade de nutrientes, pode reduzir o escoamento superficial evitando a erosão e melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo (Mateus et al., 2016; Pariz et al., 2017).

Nos Cerrados, alguns trabalhos científicos têm sido realizados com a cultura do sorgo em consórcio com *Brachiaria*, seja na linha (Horvathy Neto et al., 2012; 2014) ou na entrelinha (Silva et al., 2013; 2014) com resultados positivos (Mateus et al., 2016), para ambas as culturas, pelo fato de a morfologia não interferir no desenvolvimento das forrageiras (Horvathy Neto et al., 2014; Silva et al., 2015; Ribeiro et al., 2015; Silva et al., 2017; Ambus et al., 2018). Além disso, existem características favoráveis a seu desenvolvimento no período de safrinha, como tolerância a déficit hídrico, amplitude de plantio, capacidade de rebrota e baixa fertilidade (Borges et al., 2016).

O destaque do sudoeste de Goiás na produção de grãos guarda relação com o crescimento da produção de soja no Brasil, que envolveu especialmente o Centro-Oeste (Pinto e Wander, 2016). Na última década, novas agroindústrias se instalaram em Goiás, principalmente na região sudoeste do Estado, fazendo com que aumentasse a demanda por grãos. Como consequência, pode-se perceber que os agricultores consolidaram o cultivo de soja no verão e milho em sucessão, cultivo conhecido como milho safrinha.

No entanto, o atraso no início do período de chuvas tem retardado a implantação da cultura da soja, atrasando ainda mais a implantação do milho safrinha. Este fato tem feito com que essa cultura seja implantada além da época recomendada no Estado, ocasionando reduções no rendimento de grãos e na rentabilidade do agricultor. Além disto, os veranicos ocorridos nos meses de janeiro e fevereiro reduziram o rendimento da soja, comprometendo ainda mais a rentabilidade do agronegócio da região.

A expansão do cultivo de soja e juntamente o seu Complexo Agroindustrial (CAI) na região Centro-Oeste, em particular no sudoeste de Goiás, esteve ligada à presença de cooperativas que servem como propulsoras para a produção do grão, receptoras, processadoras, distribuidoras, consumidoras e, em alguns casos, produtora de insumos e financiadoras dos produtores, como afirma Borges (2012).

Os números da soja na região são marcantes: de 1980 a 2010, a produção saltou de 75,1 mil toneladas para 3,1 milhões de toneladas. A Safra de Grãos 2020/21 ganha crescimento total na produção de 6%, para o volume estimado de 272,3 milhões de

toneladas ou 15,4 milhões de toneladas superior ao obtido em 2019/20. Para cultura da soja há possibilidade de crescimento de 4,1% em relação ao ciclo passado, com área de 38,5 milhões de hectares e produção de 135,1 milhões de toneladas (Conab, 2021).

Para sustentar esta produção crescente há necessidade de sistemas de cultivo baseados na sustentabilidade global do processo produtivo como, por exemplo, o sistema de plantio direto, integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta, ou seja, sistemas integrativos de produção que foquem na evolução da qualidade total do solo, que é a base de todos os sistemas produtivos de sucesso.

Neste cenário, os produtores têm procurado alternativas de cultivo na safrinha, com culturas que permitam a implantação em semeaduras mais tardias na região (após 20 de fevereiro) com uso de espécies vegetais que toleram mais o déficit hídrico em relação à cultura do milho. O sorgo se apresenta como excelente alternativa para a região, fazendo com que o Estado de Goiás se destaque na produção nacional do cereal, atendendo parte da demanda de grãos das agroindústrias.

Contudo, o monocultivo de sorgo não proporciona aporte adequado de biomassa na superfície do solo, pelo baixo potencial de produção de biomassa, que se decompõe na entressafra. Desta forma, no momento da implantação da soja, constata-se baixa cobertura vegetal na superfície do solo, havendo necessidade de buscar alternativas para elevar a produção de biomassa nos sistemas agrícolas da região.

O consórcio de sorgo com *Brachiaria* parece ser bastante promissor, pois o sistema permite a produção de grãos e forragem (Mateus et al., 2011) na entressafra, podendo a forragem da *Brachiaria* ser usada na forma de pastejo.

Assim, o cultivo de *Brachiaria* em conjunto com a cultura do sorgo na safrinha tem se mostrado como técnica de cultivo promissora para produção de grãos e de biomassa. Dentre os benefícios do cultivo da *Brachiaria* podem ser citados o auxílio no controle de plantas invasoras e a contenção de patógenos para algumas espécies comerciais. Apresenta micorrização, consideráveis acúmulos nutricionais, é recicladora de silício e ótima sequestradora de carbono. Durante seu crescimento há a formação de touceiras, que possibilita em 100% a cobertura do solo (Marochi, 2006).

As espécies de *Brachiaria* apresentam excelente adaptação aos solos de Cerrado (savana brasileira), são de fácil estabelecimento e contribuem para a infiltração de água, agregação e aeração do solo pelo seu grande sistema radicular (Stumpf et al., 2016).

A quantidade de biomassa oriunda do crescimento das plantas de *Brachiaria* em consórcio na entressafra, após a colheita do sorgo, tem se mostrado aquém das

quantidades ideais para a manutenção da biomassa no sistema plantio direto. Isto provavelmente pode ser atribuído ao lento estabelecimento da forrageira no consórcio, devido a supressão ao desenvolvimento das plantas pelo sombreamento e competição com as plantas de sorgo, e a baixa quantidade de sementes de *Brachiaria* no consórcio. Buffara et al. (2018) em consórcio com densidade de 10 sementes puras viáveis m<sup>-2</sup> obteve média de 3.481 kg ha<sup>-1</sup> e 82,5% de cobertura.

Castro et al. (2017) trabalhando com diferentes plantas de cobertura, verificaram que a *U. ruziziensis* produziu 4,3 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa e que acumulou 88,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, 5,5 kg ha<sup>-1</sup> de P, 94,0 kg ha<sup>-1</sup> de K, 24,1 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 12,2 kg ha<sup>-1</sup> de Mg e 9,6 kg ha<sup>-1</sup> de S. Assim, além de uma boa cobertura de solo, atua na ciclagem de nutrientes.

A modalidade de cultivo (Brambilla et al., 2009), o período de semeadura e a população de plantas (Ceccon et al., 2014) são fatores que podem ser ajustados para reduzir ou eliminar a competição entre duas espécies, e incrementar a produção de massa seca. A literatura é escassa no que diz respeito as informações de produção de biomassa em consórcio de sorgo granífero com espécies forrageiras, principalmente em condições de Cerrado. Portanto, faz-se necessário a realização de trabalhos com o intuito de aumentar a produção de biomassa de *Brachiaria* sem, contudo, ocasionar interferência no desenvolvimento e rendimento de grãos da cultura do sorgo.

A estratégia de se aumentar a densidade de semeadura de *Brachiaria* no consórcio com sorgo granífero pode ser uma alternativa para aumento da produção de biomassa, visto que a forrageira possui estabelecimento inicial da parte de cobertura mais lento em comparação ao sorgo (Portes et al., 2000). Associado a isto, o sombreamento provocado pelo sorgo poderá suprimir o crescimento da *Brachiaria*, mesmo com o aumento da densidade de semeadura, não interferindo negativamente no desenvolvimento das plantas de sorgo. Destaca-se que esta cultura não apresenta seletividade a herbicidas gramínicidas com registro para aplicação em pós-emergência visando retardar o crescimento da forrageira (Oliveira e Karam, 2012; Machado et al., 2016).

Neste sentido, é oportuna a adoção de estratégias para minimizar o efeito da competição das plantas de sorgo com as de *Brachiaria*. Assim, pode-se adotar a implantação da forrageira a 10 cm de profundidade, para retardar a emergência, a escolha adequada da densidade de sementes, como também a semeadura da *Brachiaria* nas entrelinhas da cultura do sorgo granífero.

Desta forma, é essencial a realização de ensaios com o intuito de avaliar o efeito do aumento de densidades de sementes de *Brachiaria*, em consórcio de sorgo granífero,

para aumentar a produção de massa seca na superfície do solo, sem, contudo, ocasionar prejuízos ao desenvolvimento do sorgo e, subsequente, cultivo de soja na safra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MANTOVANI, E. C.; MENEZES, C. B. de; TARDIN, F. D.; FREITAS, R. S. de; MAY, A.; ZANDONADI, C. H. S. Sorgo granífero: manejo, colheita e armazenamento. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 278, p.41-48, 2014.

ALVES, G.S.; FARIA FILHO, F.; SILVA, A.C.; SILVA, K.D.; ROCHA, L.G.; ARAÚJO, M.S.; ALENCASTRO, F.B. Estudo Econômico do cultivo de soja e sorgo safrinha. **Revista Agrotecnologia**, v. 10, n. 2, p. 47-56, 2019.

AMBUS, J.V. REICHERT, J.M; GUBIANI, P.I.; CARVALHO, P.C.F. Changes in composition and functional soil properties in long-term no-till integrated crop-livestock system. **Geoderma**, v. 330, p. 232 – 243, 2018.

BORGES, L. P.; SILVA, A. G.; GOULART, M. P.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A.; COSTA, K. A. P. Seeding density of *Brachiaria ruziziensis* intercropped with grain sorghum and effects on soybean in succession. **African Journal of Agricultural Research**, vol. 11, n. 43, p. 4343-4353, 2016.

BORGES, R. E. Complexo agroindustriais e desenvolvimento regional: O caso do sudoeste de Goiás. In: **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**. ISSN: 1983-487X. Uberlândia-MG, 2012.

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 3, p. 263-274, 2009.

BUFFARA, M. A., DA SILVA, A. G., TEIXEIRA, I. R., DE PINHO COSTA, K. A., SIMON, G. A., & GOULART, M. M. P. Seeding system and density for winter *Urochloa ruziziensis* intercropped with sorghum between soybean crops. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n.3, p. 340-350, 2018.

CASTRO, G. F.; SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G.; RESENDE, Á. V. de. Cover crops in succession to corn for silage in Cerrado conditions. **Journal of bioenergy and food science**, v. 4, n. 1, p. 37-49, 2017.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. dos. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido consorciado com populações de plantas de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

CHIODEROLI, C.A; MELLO, L.M.M; GRIGOLLI, P.J; FURLANI C.E.A; SILVA, J.O.R; CESARIN, A.L. Atributos físicos do solo, produtividade de soja em sistema de consórcio milho, braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. v. 16, p. 37-43, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO V. 7 - SAFRA 2020/21 - N. 5 – Quinto levantamento|FEVEREIRO 2021 link: file:///C:/Users/Downloads/E-book\_BoletimZdeZSafrasZ-Z5oZlevantamento.pdf

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 12 - Décimo segundo levantamento|SETEMBRO 2020 link: file:///C:/Users/S977722/Downloads/BoletimZGrosZSetembroZ2020Z-ZCompleto.pdf

CORDER, L. M. Sorgo: perspectivas para a agropecuária. **Perspectivas Agropecuárias**, v. 2, p. 1-155, 2014.

COSER, T.R.C.; RAMOS, M.L.G.; FIGUEIREDO, C.C.; CARVALHO, A.M.; CAVALCANTE, E.; MOREIRA, M.K.R.; ARAÚJO, P.S.M.; OLIVEIRA, S.A. Soil microbiological properties and available nitrogen for corn in monoculture and intercropped with forage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1660-1667. 2016.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K.S.M.; YOKOBATAKE, K.L.; FERREIRA, J.P.; PARIZ, C.M.; BONINI, C.S.B.; LONGHINI, V.Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 39, p. 852-863, 2015.

CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 273-278, 2012.

FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V.; BRITO, C. F. B.; RAMOS, A. G. O. Crescimento de plantas de sorgo em função de adubação fosfatada. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 19, p. 653, 2014.

GUIMARÃES, D.P.; LANDAU, E.C.; MENEZES, C.B.; TARDIN, F.D. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) para o sorgo granífero no Brasil**. Documentos 254. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 18 p.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; ASSIS R. L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.

HORVATHY NETO, A., SILVA, A.G., TEIXEIRA, I.R., SIMON, G. A., ASSIS, R.L., ROCHA, V.S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 7, p. 743-749, 2012.

LEAL, S. T.; T. M. A. A.; GOES, R. J.; TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; ROSSETTO, J.E.; LEAL, C.T. Análise econômica da produção de sorgo na safrinha com diferentes fontes de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 85-91, 2013.

LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. **Agricultura conservacionista no Brasil**. 1ª edição. Brasília DF. Embrapa Informação tecnológica, 598p. 2014.

MACHADO, F. G.; JAKELAITIS, A.; GHENO, E. A.; OLIVEIRA JÚNIOR.; R. S. DE; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; LIMA, M. S. Performace de herbicidas para o controle de plantas daninhas no sorgo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 3, p. 281-289, 2016.

MAROCHI, A. I. Manejo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**, 2006, p. 4-5. (Informações Agronômicas, n. 116).

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; BORGHI, E.; Costa, C.; MARTELLO, J. M.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CASTILHOS, A. M. Sidedress nitrogen application rates to sorghum intercropped with tropical perennial grasses. **Agronomy Journal**, v. 108, p. 433-447, 2016.

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

MENDONÇA, V.Z; MELLO, L.M.M; ANDREOTTI. M; PEREIRA, F.C.B.L; LIMA, R.C; VALÉRIO FILHO, W.V; YANO, E.H. Avaliação dos atributos físicos do solo e consórcio de forrageiras, milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 251-9, 2013.

MENEZES, C. B.; CARVALHO JÚNIOR, G. A. DE; SILVA, L. A.; BERNARDINO, K. C.; SOUZA, V. F.; TARDIN, F.D.; SCHAFFERT, R.E. Combining ability of grain sorghum lines selected for aluminum tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, n. 1, p. 42-48, 2014.

OLIVEIRA, M. F.; KARAM, D. Plantas daninhas. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. Embrapa Milho e Sorgo, **Sistemas de produção**, 2012. 4p. 2012.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; CASTILHOS, A. M.; MEIRELLES, P. R. L.; ROÇA, R. O., PINHEIRO, R. S. B.; KUWAHARA, F. A.; MARTELLO, J. M.; CAVASANO, F. A.; YASUOKA, J. I., SARTO; J. R. W.; MELO, V. F. P.; FRANZLUEBBERS, A. J. Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. **Agricultural Systems**, v.151, p. 1-11, 2017.

PINTO, H.E.; WANDER, A.E. A formação econômica do sudoeste goiano e suas implicações à luz da teoria dos custos de transação. **Revista de Economia**, v. 12, n. 02, p. 29-41, 2016.

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.

RIBAS, P. M. **Origem e importância econômica**. In: Borém, A.; Pimentel, L.; PARRELA, R. Sorgo: do plantio à colheita. Editora UFV, 2014, 275p.

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, V. R.; SILVA, J. T. Grain sorghum intercropping with

*Brachiaria brizantha* cultivars in two sowing systems as a double crop. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.39, p. 3759-3766, 2015.

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.; FRANCISCHINI, R.; GOULART, M. M. P. Desempenho agrônômico e econômico de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Montividiu-GO. **Revista da Agricultura**, v. 90, n. 1, p. 17 - 30, 2015.

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., 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, p. 3475-3488, 2013.

STUMPF L.; PAULETTO, E.A.; PINTO, L.F.S.; PINTO, M.A.P.; DUTRA JUNIOR, L.A.; SCHEUNEMANN, T. Sistema radicular da *Urochloa brizantha*: desenvolvimento e influência nos atributos de um solo degradado. **Revista Científica América Latina**, v. 41, n.5, p. 334 – 339, 2016.

USDA 2020: <http://usdabrazil.org.br/pt-br/> acessado em setembro 2020.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, v. 1, p. 59- 168, 2014.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Identificar a densidade de semeadura de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com sorgo granífero na safrinha que proporcione maiores produtividades de grãos de sorgo na entressafra e soja na safra.

### 2.2. Objetivos específicos

Identificar a densidade de semeadura de *B. ruziziensis* que possibilite maior cobertura vegetal na entressafra.

Identificar a densidade de sementes de *B. ruziziensis* que não ocasione reduções na produtividade de grãos do sorgo.

Avaliar o efeito da densidade de semeadura da *B. ruziziensis* no desenvolvimento da cultura do sorgo em função dos sistemas de consórcio entrelinha e a lanço.

Avaliar, por meio da produtividade de grãos de soja, a viabilidade do aumento da densidade de semeadura de *B. ruziziensis* em consórcio com sorgo granífero na safrinha.

Avaliar a viabilidade financeira do incremento de densidade de semeadura de *B. ruziziensis* em consórcio com sorgo granífero na safrinha e posterior cultivo de soja.

### 3. CAPÍTULO I

## **RENDIMENTO DE SORGO E SOJA EM SISTEMA CONSORCIADO VIA SISTEMA DE PLANTIO LANÇO E ENTRELINHA**

### **YIELD OF SORGHUM AND SOY IN A CONSORTIATED SYSTEM BY HAUL AND INTER-ROW PLANTING SYSTEM**

**RESUMO** – O uso de sistemas de produção de grãos e forragem em plantio direto tem potencial de elevar a produção de ambas as culturas. Entretanto, as densidades de semeadura da forrageira, bem como os métodos de semeadura ainda não são claramente elucidados para eficiência do consórcio. Nesse sentido, este estudo teve por objetivo avaliar as diferentes densidades de *B. ruziziensis* em sistema de consórcio entrelinha e lanço com a cultura do sorgo e posterior cultivo de soja. Os experimentos foram conduzidos na entressafra 2016 e safra soja 2016/2017 e instalados no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições, correspondendo a cinco densidades de sementes da *B. ruziziensis* (0, 25, 50, 75 e 100 sementes puras viáveis m<sup>-2</sup>) e dois sistemas de semeadura (lanço e entrelinha). O sorgo granífero utilizado foi o DKB380. Após a entressafra foi semeada a cultura da soja BMX Flecha IPRO. Durante o consórcio foram avaliadas as características de panículas colhidas, altura, índices de clorofila da planta de sorgo, percentual de cobertura vegetal, peso de mil grãos, produtividade de grãos de sorgo e massa seca do sorgo e braquiária. Na cultura da soja foram avaliadas, população inicial e final, altura de plantas e inserção de primeira vagem, número de vagens da haste primária e secundária da planta de soja, e produtividade de

grãos de soja. A viabilidade financeira do sistema de consórcio foi avaliada. O aumento de cobertura vegetal foi proporcional ao aumento de densidade de *B. ruziziensis*. O sistema a lanço resultou em maior produtividade de grãos de sorgo que o sistema entrelinha de plantio. O incremento de braquiária até 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup> não afetou a produtividade de grãos de soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** consórcio; densidade; semeadura; biomassa;

**ABSTRACT** - The use of grain and forage production systems under no-tillage has the potential to increase the production of both crops. However, the sowing densities of the forage, as well as the sowing methods are still not clearly elucidated for the efficiency of the consortium. In this sense, this study aimed to evaluate the different densities of *B. ruziziensis* in inter-row and haul system with sorghum and subsequent soybean cultivation. The experiments were conducted in the off-season 2016 and soybean harvest 2016/2017 and installed in a randomized block design in a 5x2 factorial scheme, with four replications, corresponding to five seeds densities of *B. ruziziensis* (0, 25, 50, 75 and 100 seeds viable pure m<sup>-2</sup>) and two seeding systems (haul and inter-row). The grain sorghum used was DKB380. After the off-season, the BMX Flecha IPRO soybean was sown. During the consortium, the characteristics of harvested panicles, height, chlorophyll indices of the sorghum plant, percentage of vegetation cover, weight of one thousand grains, productivity of sorghum grains and dry mass of sorghum and brachiaria were evaluated. In the soybean culture, initial and final population, plant height and first pod insertion, number of pods of the primary and secondary stem of the soybean plant, and soybean yield were evaluated. The financial viability of the consortium system was assessed. The increase in vegetation cover was proportional to the increase in density of *B. ruziziensis*. The haul system resulted in higher productivity of sorghum grains than the inter-row planting system. The increase of brachiaria up to 25 viable seeds.m<sup>-2</sup> did not affect the productivity of soybeans.

**KEYWORDS:** consortium; density; seeding; biomass

### 3.1. INTRODUÇÃO

A utilização da prática de consórcio é pouco difundida junto ao sistema de plantio direto pela falta de conhecimento, por parte do produtor, dos benefícios desta prática e da forma adequada para implementá-la (Almeida et al., 2012). Um dos entraves para a adoção do sistema consorciado em larga escala, é o fato que muitos produtores ainda têm receio em adotar esse sistema, por medo da redução da produtividade da cultura de grãos em consórcio com a gramínea forrageira (Almeida et al., 2020).

O consórcio com forrageira, além de melhorar o índice de cobertura vegetal do solo, que favorece o plantio direto na safra sequente, contribui para a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, sendo ambas características muito requisitadas em safras verão com má distribuição hídrica (Almeida et al., 2012; Balbinot Junior et al., 2017).

A utilização de forrageiras consorciadas com a cultura principal tem ganhado destaque no cultivo de segunda safra no país. Essa modalidade de plantio permite a consorciação entre uma cultura produtora de grãos e uma cultura forrageira, principalmente com a espécie *Brachiaria ruziziensis* (Flávio Neto et al., 2015).

Plantas de cobertura, principalmente as gramíneas, integradas de forma planejada no modelo de sucessão de culturas, proporcionam incremento de biomassa, de elevada relação C/N, garantindo a cobertura do solo por um período de tempo maior (Borghi et al., 2006).

Segundo Costa et al. (2014) a *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Urochloa ruziziensis* são boas alternativas para a produção de resíduos vegetais por apresentarem elevada produtividade de biomassa anterior à cultura do milho sob SPD (Sistema de Plantio Direto). A *Urochloa ruziziensis* é mais utilizada nos sistemas de produção por ser de fácil manejo/controlado e por competir menos com as culturas anuais no consórcio quando comparada as cultivares de *Urochloa brizantha*.

A escolha do método de semeadura da forrageira é um fator crucial e particular de cada produtor rural de acordo com a detenção de tecnologia e maquinários do mesmo. O sistema de plantio na entrelinha de consórcio é uma alternativa viável para o sistema plantio direto visando produção de grãos e biomassa na entressafra (Horvathy Neto et al. 2012; Silva et al., 2013; 2014; 2015).

A semeadura a lanço das forrageiras pode ser viável, pois promove melhor distribuição das plantas de braquiária na área. Entretanto, este método pode levar a

exposição da semente sobre o solo, que pode ocasionar baixa germinação ou má distribuição da cobertura, ainda estão sujeitas a predação de pássaros e roedores, expostas ao sol e ação de microrganismos (Pitelli & Durigan, 2001). Por outro lado, de acordo com Mota (2008), os maiores valores para a densidade de plantas das forrageiras foi observado ao realizar a semeadura a lanço, pois a semeadura mecânica nas profundidades 3-5 cm retardou o processo de emergência das mesmas. Esse resultado pode ser explicado porque quanto maior a profundidade, maior o percurso a ser percorrido pela plântula para que ocorra o acesso a luz, por isso, recomenda-se a semeadura o mais superficial possível (0 - 3 cm).

Em suma, visando ao equilíbrio entre produtividade de grãos e produção de massa fresca da forrageira, o melhor sistema de semeadura é a lanço, independentemente da densidade populacional (Uehara, 2020).

Diante das vantagens do sistema, nos últimos anos aumentou a adesão ao plantio de culturas consorciadas. No entanto, observa-se em muitos campos de produção, a exploração simplista dessa prática, por falta de conhecimento da densidade populacional de braquiária adequada a ser utilizada, para evitar a competição afetando a produtividade de sorgo ou deixando de atingir um adequado percentual de cobertura do solo.

O agricultor pode optar pelo sistema de consórcio, haja vista que pode comercializar os grãos produzidos na safrinha e promover maior aporte de biomassa ao sistema com o uso da planta forrageira nas entrelinhas. É notável o aumento da produtividade de soja quando antecedida por consórcio de milho e forrageiras, em destaque a *B. ruziziensis* (Alves et al., 2013; Krutzmann et al, 2013).

Então, o objetivo deste trabalho foi identificar a influência densidade de semeadura de *Brachiaria ruziziensis*, no sistema de consórcio entrelinha e lanço com o sorgo, na produtividade de grãos de sorgo e percentual de cobertura do solo, e avaliar a performance subsequente da cultura de soja.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados a campo na entressafra 2016 e safra 2016/17, no município de Montividiu (17°36'36,51''S, O 51°14'25,40''O, 850 m). O consórcio foi semeado em 15 de março de 2016 e a cultura da soja foi semeada de acordo com o início das chuvas na região, na data de 25 de novembro de 2016. O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2018).

O clima da região é do tipo tropical (Aw), com período seco no inverno e concentração de chuvas no verão. As médias anuais de precipitações de chuva e temperatura na região são de 1.500 mm e 23 °C, respectivamente (Cardoso et al., 2015). Os dados meteorológicos coletados da estação de Montividiu – GO (CPC/NOAA) nos anos dos experimentos estão dispostos na Figura 1.

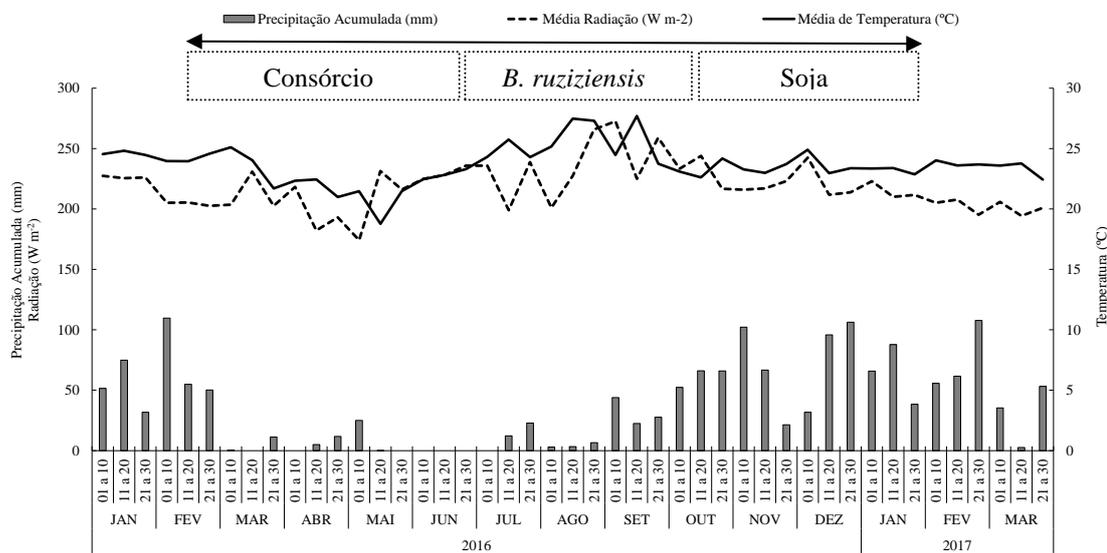


Figura 1. Dados meteorológicos no período de condução do experimento. Montividiu, Goiás, 2016/2017.

### Ensaio Sorgo + *Brachiaria*

O híbrido de sorgo utilizado foi BRS 380 (ciclo precoce, grãos alaranjados e sem tanino) devido a sua adaptação e boa performance nas áreas agrícolas da região sudoeste de Goiás. Foi implantado consórcio de sorgo com *Brachiaria ruzizienses* semeada na entrelinha e a lanço (2 métodos de plantio), em blocos casualizados, com cinco densidades de semeadura (0, 25, 50, 75 e 100 sementes puras viáveis m<sup>-2</sup> de *B. ruzizienses*) com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de onze linhas de semeadura do sorgo granífero, com 5,0 m de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. A área útil foi obtida considerando as cinco fileiras centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade (8 m<sup>2</sup>).

O teste de emergência em leito de areia foi realizado para aferição do índice de germinação da semente *B. ruziziensis*. A quantidade de sementes de *B. ruziziensis* utilizada para cada parcela foram calculadas considerando a qualidade da semente (QS) (índice de pureza e germinação), peso de sementes (PS), tamanho da parcela (TP) e número de sementes viáveis por m<sup>-2</sup> (NSV) desejado, usando a fórmula  $[(PS \times NSV \times TP \times 100) / QS]$ . O peso de semente de *B. ruziziensis* foi determinado utilizando o peso de

mil sementes. Para a cultura do sorgo foi empregada população final de 200.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

O manejo das plantas daninhas foi realizado após a colheita de soja (safra anterior) por meio da utilização de [dicloreto de paraquate+diurom], visando o controle principalmente da soja tiguera (Lima et al., 2011). O plantio e adubação de sorgo foram realizados utilizando uma semeadora, com regulagem de sementes à 2 cm de profundidade.

As sementes de *B. ruzizienses* foram semeadas manualmente na entrelinha do sorgo à 10 cm de profundidade e no sistema à lanço, de acordo com a densidade desejada para cada parcela. Sorgo e braquiária foram semeadas na mesma data.

No consórcio e testemunha, somente o sorgo foi adubado, seguindo as recomendações da cultura (Sousa; Lobato, 2004), de acordo com as análises de solo. A adubação de cobertura foi realizada mecanicamente com a aplicação de 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de Nitrogênio (ureia), 25 dias após da emergência (DAE). O controle de plantas daninhas foi realizado vinte dias após a emergência das plântulas de sorgo por meio de capina, para evitar possíveis interferências no desenvolvimento do sorgo e da braquiária. Para o controle de *Spodoptera frugiperda* foi realizada aplicação de inseticida (Tiametoxam + Lambda-cialotrina 42,3 g + 31,80 g  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente), 30 dias após a semeadura, com uso do pulverizador tratorizado com volume de calda de 200  $\text{L ha}^{-1}$ .

A colheita do sorgo foi realizada em julho, momento em que a planta havia atingido o seu ponto de maturidade fisiológica. Na cultura do sorgo, foram avaliadas as características de: medido o índice de clorofila via SPAD (utilizou-se um medidor SPAD-502, no terço médio de cada folha, evitando as bordas foliares e a região da nervura central, no estágio V8 da cultura do sorgo); a produtividade de grãos (colheita das panículas, com posterior debulha e pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%, convertendo os dados para sacos  $\text{ha}^{-1}$ ); peso de mil grãos (determinação do peso de mil grãos, escolhidos aleatoriamente a partir da amostra de rendimento de grãos, com correção da umidade para 13%); altura de plantas (medição do colo até a extremidade da panícula em dez plantas escolhidas aleatoriamente). A população de plantas foi determinada considerando o número total de panículas colhidas na parcela.

A contribuição das plantas de braquiária no sistema consorciado foi quantificada através da porcentagem de cobertura vegetal na colheita do sorgo (CV1) e anterior a semeadura da soja (CV2). Esta análise compreendeu a avaliação em três pontos aleatórios em cada parcela, com o uso de um quadrado de ferro de dimensões de 0,5 x 0,5 m, que

continha uma linha em diagonal com dez pontos equidistantes. A determinação da porcentagem de cobertura na superfície do solo foi computada quando esses pontos coincidiram com a presença de cobertura vegetal. Posteriormente, foi feita a média dos três pontos de cada parcela e o valor foi transformado para porcentagem de cobertura vegetal.

Em sequência foi realizada a quantificação de biomassa de sorgo e braquiária, através da diferença de massa do material coletado antes e após a secagem em estufa a 65°C, obtendo-se a quantidade de biomassa seca de cada parcela.

### **Ensaio Soja**

A semeadura de soja ocorreu de acordo com a estabilidade pluviométrica da região (25 de novembro 2016). A variedade BMX Flecha IPRO foi utilizada para o plantio (hábito de crescimento: indeterminado, grupo de maturação: 6.6). A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo. Os tratos culturais referentes ao controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram efetuados conforme necessidade da cultura.

A colheita da cultura da soja ocorreu em fevereiro, de acordo com o ponto de maturidade fisiológica. As características foram avaliadas na área útil de cada parcela, abrangendo as variáveis população final de plantas de soja, altura de plantas (medição do colo até a inserção do último racemo floral) e de inserção da primeira vagem (medição do solo até a primeira vagem na haste principal), a produtividade (colheita e trilha das plantas, com posterior pesagem e correção da umidade para 13%) e peso de mil grãos (contagem e pesagem de mil grãos a partir da amostra de rendimento de grãos, com correção da umidade para 13%). Ainda, foram colhidas dez plantas contínuas para quantificação do número de vagens da haste principal e secundária.

Avaliou-se a rentabilidade da população de braquiária (RUB) utilizada no consórcio, para identificar a população que possibilita maiores rendimentos e lucratividade, em relação a não utilização do consórcio. Levou-se em consideração o valor de venda da saca de 60 kg de grãos de sorgo na colheita das plantas, o custo da aquisição da braquiária (CAB) e a população utilizada, calculado pela expressão (MATSUNAGA et al., 1976):

$$RUB = ((Y_{(i)} - Y_{(controle)}/60) \times VC) - ((CAB \times DOSE))$$

Nesta expressão tem-se:

RUB: Rentabilidade de utilização de braquiária, em R\$ ha<sup>-1</sup>

$Y_{(i)}$ : rendimento de grãos, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , do tratamento (i);

$Y_{(\text{controle})}$ : rendimento de grãos, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , do tratamento controle;

VC: valor de comercialização da saca do sorgo;

CAB: custo aquisição do braquiária, em  $\text{R\$ t}^{-1}$ ;

DOSE: população de braquiária utilizada.

Através da fórmula acima, avaliou-se também o impacto financeiro da produção da cultura de soja. Levou-se em consideração a diferença de produtividade de grãos de soja de cada tratamento em relação a testemunha (sem consórcio de braquiária com sorgo) e o valor de comercialização da saca de 60kg de soja no ano de produção em questão. O valor total investido foi calculado através da somatória de: gasto de semente de braquiária e valor da redução de produtividade de grãos de sorgo e soja do sistema consórcio comparado ao monocultivo.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância individual, exceto a rentabilidade e, posteriormente, para a constatação da homogeneidade de variâncias foi realizada análise de variância conjunta. Para o fator densidade de população de braquiária foi aplicado o teste de regressão e para o fator sistema de plantio foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o uso do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos no consórcio de sorgo com diferentes densidades de semeadura de braquiária foi possível constatar que a interação população e sistema de plantio não influenciou nas características altura, clorofila adaxial e abaxial, peso de mil grãos, massa seca da cultura do sorgo e braquiária em ambos sistemas de cultivo de consórcio (Tabela 1). As características de panículas colhidas, produtividade de grãos e biomassa seca de total (braquiária + sorgo) expressaram diferença significativa na interação população e sistema de semeadura (Tabela 1).

Os sistemas de plantio utilizados (entrelinha e lanço) não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para as características, altura de planta, clorofila adaxial e abaxial, peso de mil grãos de sorgo e biomassa seca total (braquiária + sorgo).

O sistema de consórcio a lanço apresentou maiores resultados para as características analisadas de número de panículas colhida ( $151.416 \text{ panículas ha}^{-1}$ ),

produtividade de grãos (1.746,84 kg ha<sup>-1</sup>) e biomassa seca de sorgo (3.297,24 g ha<sup>-1</sup>), resultado este inversamente proporcional à biomassa seca de braquiária (Tabela 1).

Embora o método de semeadura a lanço da braquiária seja utilizado pelos agricultores, sabe-se que a exposição desta semente sob o solo pode ocasionar baixa germinação ou má distribuição da cobertura, pois estão sujeitas a predação de pássaros e roedores, expostas ao sol e ação de microrganismos (Pitelli & Durigan, 2001).

Tabela 1. Resumo de análise de variância para as características panículas colhidas (PAN COL); altura (ALT); clorofila adaxial (CLOR ADA) e clorofila abaxial (CLOR ABA); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD), massa seca sorgo (MS SORGO), massa seca braquiária (MS B) e massa seca total (MS TOTAL) e do posterior cultivo de soja: cobertura vegetal 1 (CV1); cobertura vegetal 2 (CV2); população inicial (POP INI); população final (POP F); altura (ALT); inserção primeira vagem (IPV); vagens haste principal (VAG HP); vagens haste secundária (VAG HS); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD), referente ao consórcio de sorgo com braquiária na safrinha 2016 e cultivo de soja safra 2016/17, em Montividiu, Goiás

	Sorgo									
	PAN COL	ALT	CLOR ADA	CLOR ABA	PMG	PROD	MS SORGO	MS B	MS TOTAL	
Bloco (S)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
População (P)	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**	
Sistema(S)	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	
P*S	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	
C.V.(%)	6,74	2,8	3,38	3,96	12,69	13,34	20,3	23,22	13,66	
Entrelinha	143.500 b	a	a	a	a	1544,58 b	2.432,95 b	3.030,93 a	a	
Lanço	151.416 a	a	a	a	a	1.746,84 a	3.297,24 a	2.344,75 b	a	
Média	147.458,33	108,69	44,44	44,27	19,11	1.645,71	2.865,09	2.687,84	5.552,93	
	Soja									
	CV 1	CV 2	POP INI	POP F	ALT	IPV	VAG HP	VAG HS	PMG	PROD
Bloco (S)	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
População (P)	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sistema(S)	**	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
P*S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	6,96	6,59	4,4	5,37	3,93	10,23	10,1	36,74	3,36	9,75
Entrelinha	82 a	a	391.638 a	364.458 a	66,22 a	a	a	a	a	3384,55 a
Lanço	75,49 b	a	376.421 b	340.451 b	62,87 b	a	a	a	a	3155,67 b
Média	78,75	87,16	384.030	352.454	64,54	13,72	25,85	4,63	174,6	3.270,11

\*\* , \* , ns: Significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

O consórcio no sistema a lanço, contudo, ainda pode representar menor germinação de braquiária, já que as sementes não são incorporadas ao solo e a uniformidade de distribuição não é garantida (Ceccon, 2010). O fato de as sementes de braquiária não serem incorporadas ao solo e a má distribuição hídrica após a semeadura (Figura 1), contribuem para a menor produção de quantidade de biomassa seca de

braquiária (2.344,75 kg ha<sup>-1</sup>), quando comparado ao sistema de plantio entrelinha (Tabela 1).

No sistema de plantio entrelinha houve maior produção de biomassa seca de braquiária (3.030,93 kg ha<sup>-1</sup>), que contribui para competição por água, luz e nutrientes entre as espécies do consórcio (Silva, 2020). Este fator explica o resultado de menor número de panículas de sorgo colhidas (143.500 panículas ha<sup>-1</sup>), menor produtividade de grãos (1.544,58 kg ha<sup>-1</sup>) e biomassa seca de sorgo (2.432,95 kg ha<sup>-1</sup>) no sistema de plantio entrelinha.

As diferentes densidades de sementes de braquiária utilizadas no consórcio com sorgo proporcionaram diferentes alturas de planta, produtividade de grãos de sorgo, biomassa seca de sorgo, de braquiária e total (Tabela 1 e Figura 2).

O aumento da densidade de sementes de braquiária resulta em maior produção de biomassa seca (Figura 2e), ocorrendo assim o comportamento de supressão do desenvolvimento vegetativo das plantas de sorgo impactando na redução de população final de plantas de sorgo e, conseqüentemente, redução linear no número de panículas colhidas no sistema entrelinha (Figura 2a). Silva et al. (2015) comentou que o número de panículas colhidas é um dos fatores que está correlacionado com a produtividade de grãos, que oportunamente apresentou redução exponencial quadrática para ambos sistemas de plantio, com o incremento de densidade de braquiária semeada (Figura 2c).

O incremento de densidade de plantas de braquiária contribuiu para redução da altura de plantas de sorgo (Figura 2b). Trabalhos semelhantes utilizando menor população de espécies de braquiária, não encontraram redução da altura de plantas do sorgo (Horvarthy Neto et al, 2012, 2014; Silva et al., 2015). A diferença de altura de plantas pode ser atribuída aos efeitos da competição intraespecífica, sobretudo por interceptação de luz, que reduz de forma significativa o potencial fotossintético da cultura (Oliveira, et. al. 2019).

Embora a espécie de *Braquiaria ruziziensis* tenha o estabelecimento de planta considerado lento, o incremento de populações elevadas ocasionou o aumento de biomassa seca de braquiária e conseqüentemente a redução da altura e biomassa seca de plantas do sorgo (Figura 2b, 2d e 2e). Este comportamento não foi encontrado em sistema de semeadura a lanço com até 10 sementes viáveis m<sup>-2</sup> em estudos realizados por Buffara et al. (2018).

A quantificação de biomassa total (sorgo + braquiária) apresentou resultado positivo em resposta ao aumento da densidade de sementes de braquiária no sistema de consórcio em ambos modelos de semeadura (lanço e entrelinha) (Figura 2f). Isto torna vantajoso para supressão de plantas daninhas e proteção contra erosão do solo (Lima et al., 2014). Neste sentido, é importante a conservação dos recursos naturais como o solo e produção sustentável, pois são atributos enriquecedores para a evolução da produção agrícola no país.

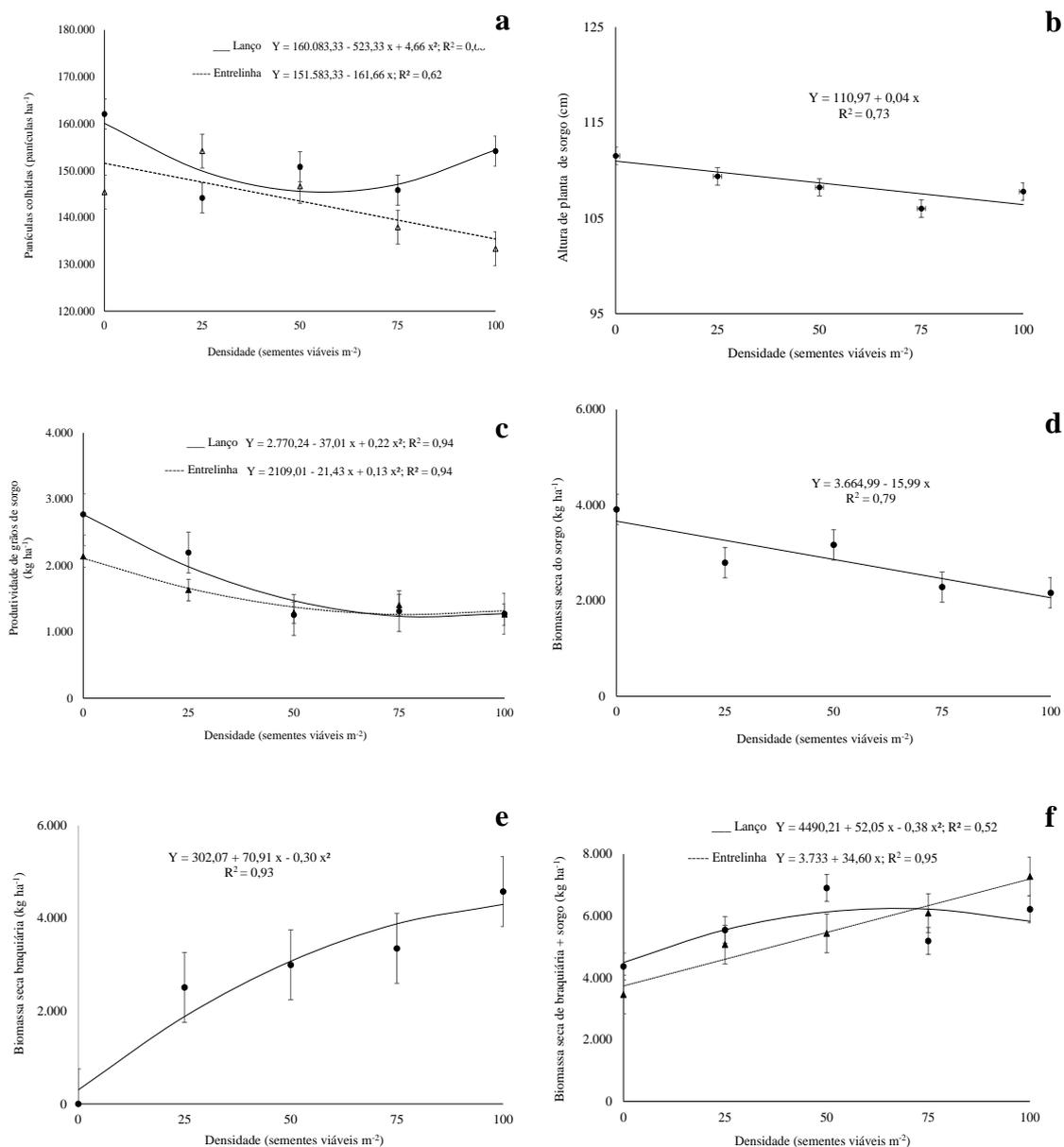


Figura 2. Análise de regressão de número de panículas colhidas (2a), altura de plantas de sorgo (2b), produtividade de grãos de sorgo (2c), biomassa seca do sorgo (2d), biomassa

seca da braquiária (2e) e biomassa seca de braquiária + sorgo (2f), no ensaio colhido em Montividiu, Goiás, safrinha 2016.

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, conseqüentemente, rápida decomposição dos resíduos vegetais. Através dos sistemas de consórcio com a densidade de 25 e 100 sementes  $m^{-2}$  foi possível atingir 5,3 e 6,7 toneladas  $ha^{-1}$  de biomassa seca total, respectivamente (Figura 2f). Conforme Alvarenga et al, (2001), a quantidade de 6 t  $ha^{-1}$  de matéria seca na superfície é suficiente para se obter boa cobertura do solo.

A partir dos resultados obtidos no cultivo de soja instalado posterior ao sistema de consórcio foi possível constatar que a interação população e sistema de plantio influenciou nas características de altura de planta e número de vagens da haste principal da planta de soja (Tabela 1 e Figura 3a e 3b). A característica de altura de plantas de soja teve o incremento quando comparado às plantas cultivadas sob a parcela de monocultivo de sorgo. Este fato ocorreu nas plantas cultivadas em parcelas de até 50 sementes viáveis  $m^{-2}$ , população a partir da qual houve redução de porte de planta, mostrando, assim supressão do desenvolvimento da planta de soja, no sistema de cultivo lanço (Figura 3a).

A característica de altura de plantas de soja teve o incremento quando comparado às plantas cultivadas sob a parcela de monocultivo de sorgo. Este fato ocorreu nas plantas cultivadas em parcelas de até 50 sementes viáveis.  $m^{-2}$ , população a partir da qual houve redução de porte de planta, mostrando supressão do desenvolvimento da planta de soja, no sistema de cultivo lanço (Figura 3a).

As características cobertura vegetal 1 e 2, população inicial e final, altura de inserção da primeira vagem, vagens da haste secundária, peso de mil grãos e produtividade não expressaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na interação população e sistema de semeadura.

Os diferentes sistemas de plantio utilizado não expressaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nas características de cobertura vegetal 2 (momento anterior a semeadura de soja), altura e inserção de primeira vagem, número de vagens haste principal e secundária e peso de mil grãos (Tabela 1).

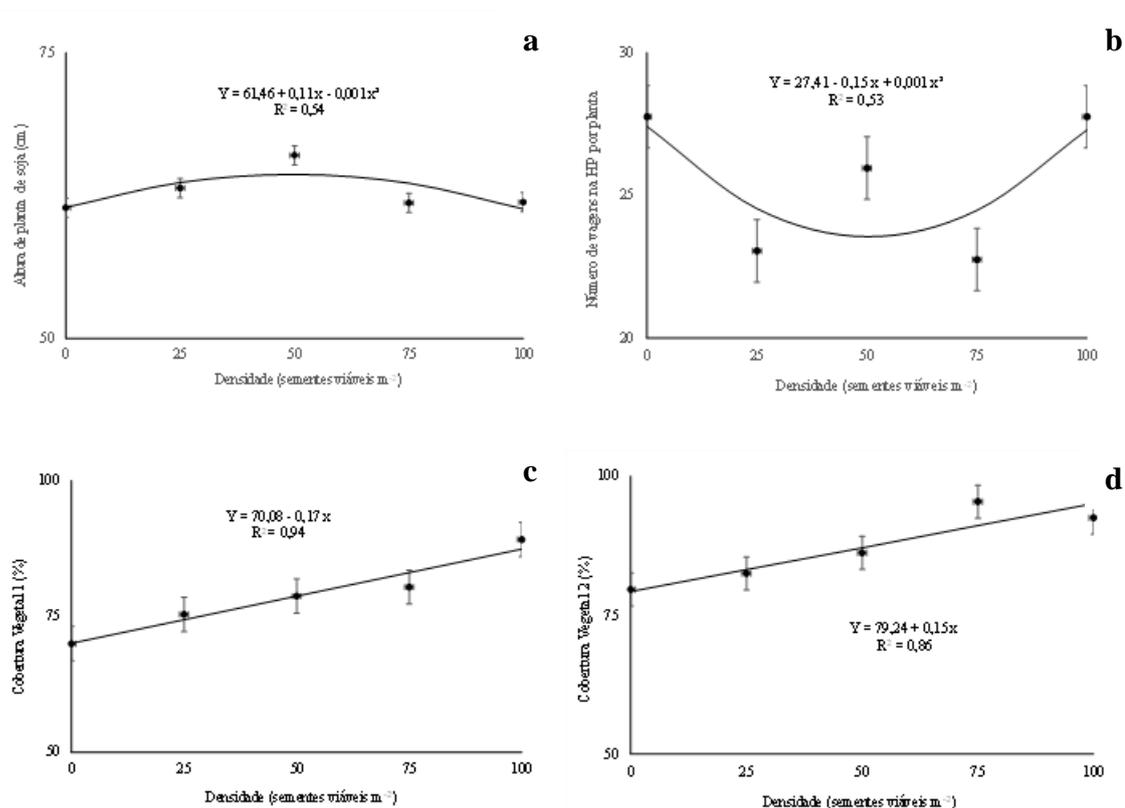


Figura 3: Análise de regressão da característica de altura da planta de soja (3a), número de vagens na haste primária (3b), cobertura vegetal 1 – no momento da colheita do sorgo (3c) e cobertura vegetal 2 – momento anterior à semeadura da soja (3d).

O resultado obtido de altura de inserção de primeira vagem demonstrou que não sofreu impacto de estiolamento no processo de germinação, quando submetido aos diferentes níveis de cobertura no solo. Carvalho et. al (2004) e Passos et. al. (2015) também não encontraram influência da altura de inserção de primeira vagem sob os diferentes tipos de cultivo. A altura de inserção de primeira vagem impacta diretamente na qualidade operacional da colheita de grão e consequentemente produtividade final de soja.

O sistema de plantio utilizado apresentou diferença significativa para as características de cobertura vegetal 1, população inicial e final, altura de planta de soja, e produtividade de grãos (Tabela 1). Para as características mencionadas, o sistema de plantio entrelinha apresentou maiores médias de resultados em relação ao sistema a lanço.

A característica de produtividade de grãos de soja que foi cultivada sobre o sistema entrelinha apresentou 228,8 Kg (Tabela 1) a mais de grãos que a cultivada sobre o sistema a lanço, mostrando a contribuição de melhor cobertura vegetal (6,5% a mais no

sistema entrelinha) no estabelecimento e desenvolvimento de plantas de soja. O maior índice de cobertura vegetal no início de desenvolvimento da cultura da soja contribuiu como supressão na emergência de plantas daninhas (Lima et al., 2014)

O incremento de densidade de sementes e braquiária ocasionou o aumento de cobertura vegetal no momento pós colheita sorgo e anterior à semeadura de soja (Figura 3c e 3d). As gramíneas braquiária quando inseridas nos sistemas integrados proporcionam melhoria da estrutura do solo, dado seu abundante sistema radicular (Moraes et al., 2016), que favorece a agregação do solo (Flávio Neto et al., 2015), a infiltração de água e a melhoria da aeração (Merten et al., 2015). Permite ainda redução do uso de agroquímicos (Loss et al., 2011), melhoria do controle de plantas daninhas (Matias et al., 2019), acúmulo de nutrientes na cobertura vegetal (Dias et al., 2020).

As informações financeiras sobre o sistema a ser utilizado na produção agrícola contribuem para a tomada de decisão do negócio rural. Os resultados de características técnicas encontrados discutidos anteriormente, mostram os benefícios do sistema de consórcio. Estudos realizados até o momento indicam a utilização de 10 sementes  $m^{-2}$  viáveis no sistema de consórcio (Buffara et al., 2018). Ao proceder a análise financeira para o consórcio e cultura de soja, constatou-se que com a densidade de 25 sementes viáveis  $m^{-2}$ , tem-se o valor investido de R\$ 370,30, sem a redução de produtividade de soja, com aumento da cobertura vegetal e redução de 13% na produtividade de grãos de sorgo (Tabela 2).

A redução da produtividade de sorgo, pode ter sido potencializada pelo fator climático, uma vez que após a emergência houve um período de aproximadamente 30 dias sem chuvas (Figura 1). A má distribuição hídrica impacta no desenvolvimento da planta e enchimento de grãos de sorgo. Nesta safra, a média esperada de produtividade nacional era de  $3.500 \text{ kg ha}^{-1}$ , no entanto, por causa da estiagem durante o período de desenvolvimento da cultura, a média nacional de produtividade foi  $2.967 \text{ kg ha}^{-1}$  (Conab, 2018) e do monocultivo de sorgo foi  $2.217 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 2).

Durante o enchimento de grãos de soja, houve um período de aproximadamente 20 dias, com má distribuição hídrica (Figura 1). Mesmo com este acontecimento, em função da boa cobertura vegetal formada no consórcio da safra anterior, foi possível manter os índices de produtividade de grãos de soja com a utilização de 25 sementes de braquiária viáveis  $m^{-2}$ .

Tabela 2: Valores percentuais de produtividade de sorgo, soja, valor total investido e cobertura vegetal 2, no ensaio safrinha 2016 e safra 2016/17, em Montividiu, Goiás.

Densidade sementes viáveis m <sup>-2</sup>	Produtividade Sorgo (%)	Produtividade Soja (%)	Valor Total Investido (R\$)	CV 2(%)
0	100% (2.217 <sup>**</sup> )	100% (3.326)	0,0	79%
25	87% (1.931)	100% (3.350)	370,3	83%
50	74% (1.645)	99% (3.322)	625,7	87%
75	61% (1.359)	97% (3.242)	1.142,2	91%
100	48% (1.074)	93% (3.108)	1.798,5	95%

(\*\*) produtividade de grãos em Kg ha<sup>-1</sup>

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 da braquiária 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 da mesma em quantidade e períodos mais prolongados, em períodos de má distribuição hídrica.

Além deste benefício do sistema, tem-se a melhoria dos atributos biológicos, químicos (Silva et al., 2014) e físicos do solo (Flávio Neto et al., 2015), da eficiência de utilização da ciclagem de nutrientes (Dias et al., 2020), redução dos custos (Ryschawy et al., 2012), diversificação, manutenção da renda dentro da propriedade (Ambus et al., 2018) e utilização da mesma área agricultável, com maior lucratividade em relação ao sistema convencional (Guarnieri et al., 2019).

### 3.4. CONCLUSÃO

O aumento de cobertura vegetal foi proporcional ao aumento de densidade de semeadura de *Brachiaria ruziziensis*.

O sorgo consorciado com *B. ruziziensis*, em densidade de até 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup> obteve maiores produtividades de grãos em detrimento das demais densidades de sementes de braquiária utilizadas, como também produziu 13% a menos em relação ao monocultivo.

O sistema a lanço resultou em maior produtividade de grãos de sorgo que o sistema entrelinha de plantio.

A utilização de 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup> é possível visando a melhor cobertura vegetal do solo, sem ocasionar perdas de produtividade de grãos de soja.

### 3.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K.L.; FERREIRA, R.V.; SILVA, A.G.; FERREIRA, C.J.B.; BRAZ, G.B.P.; TAVARES, R.L.M. Consórcio do milho e *Brachiaria ruziziensis*, época de dessecação e desempenho da soja em sucessão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.

ALMEIDA, C. M., LANA, A. M. Q., RODRIGUES, J. A. S., ALVARENGA, R. C., & BORGES, I. Influência do tipo de semeadura na produtividade do consórcio sorgo - *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sistema integração lavoura-pecuária. **Embrapa Milho e Sorgo**-Artigo em periódico indexado (ALICE). 2012.

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, 2001.

ALVES, V. B.; PADILHA, N. S.; GARCIA, R. A.; CECCON, G. Milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* e produtividade da soja em sucessão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 280-292. 2013.

AMBUS, J.V.; REICHERT, J.M; GUBIANI, P.I.; CARVALHO, P.C.F. Changes in composition and functional soil properties in long-term no-till integrated crop-livestock system. **Geoderma**, v. 330, p. 232 – 243, 2018.

BALBINOT JUNIOR, A. A., SANTOS, J. C. F. DOS, DEBIASI, H. & YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592–598, 2017.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; WENER, F.; FERREIRA, A.S.; MANDARINO, J.M.G.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. Desempenho agrônômico da soja em diferentes densidades de plantas e épocas de aplicação de nitrogênio em sistema plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.59, n.2, p.132-137, 2016.

BUFFARA, M. A., DA SILVA, A. G., TEIXEIRA, I. R., DE PINHO COSTA, K. A., SIMON, G. A., & GOULART, M. M. P. Seeding system and density for winter *Urochloa ruziziensis* intercropped with sorghum between soybean crops. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n.3, p. 340-350, 2018.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geografica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p.1141-1148, 2004.

CECCON, G.; MACHADO, L. A. Z. Consórcio de milho com *Urochloa*: aspectos práticos de implantação. In: **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 10, 2009, Dourados. Diversificação e viabilidade: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 1 CD-ROM; organizado por: Júlio César Salton, Josiléia Acordi Zanatta, Luis Carlos Hernani, 2010.

CONAB - V. 5 - ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS SAFRA 2017/18- N. 12 - Décimo segundo levantamento | SETEMBRO 2018. ISSN: 2318-6852.

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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

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

GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, C. B. Características agronômicas e produtivas do milho e capim paiguás em sistemas integrados de produção. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185-1198, 2019.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; ASSIS R. L. Consórcio de sorgo granífero e *Urochloa* na safrinha para produção de grãos e forragem. **Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.

HORVATHY NETO, A., SILVA, A.G., TEIXEIRA, I.R., SIMON, G. A., ASSIS, R.L., ROCHA, V.S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p. 743-749, 2012.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P. A.; TORMENA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 842- 851. 2013.

LIMA, S. F., TIMOSSI, P. C., ALMEIDA, D. P., & DA SILVA, U. R. Palhada de *Brachiaria ruziziensis* na supressão de plantas daninhas na cultura da soja. **Agrarian**, v.7, n. 26, p. 541-551, 2014.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1269-1276, 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.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.23, n. 1, p. 123-139, 1976.

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.

MOTA, T. de M. **Seed treatments with insecticides, mixture of fertilizers and sowing depths on the emergence and growth of Brachiaria grasses**. Dissertação (Mestrado em Plantas daninhas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, N. G., PELLOSO, M. F., DA SILVA, M. G., & DA SILVA, A. P. Desempenho agrônômico do sorgo sacarino em função do espaçamento entrelinhas e população de plantas. **Acta Iguazu**, v. 8, n. 4, p. 1-16, 2019.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. **Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto**. In: ROSSELLO, R. D. Siembra directa em el cono sur. Montevideo: PROCISUR, 2001.

PASSOS, A. M. A. dos; REZENDE, P. M.; REIS, W. P.; BOTREL, E. P. Cultivares de soja em sucessão ao trigo nos sistemas convencional e plantio direto. **Agrarum**, v. 8, n. 27, p. 30-38, 2015.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P. et al. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming. **Animal**, v. 6, p. 1722-1730, 2012.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; ARAUJO FILHO, J. C. DE; OLIVEIRA, J. B. DE; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Edição, Brasília-DF, Embrapa, 2018.

SILVA, M. F., ALBUQUERQUE, C. J. B., ALVES, D. D., ASPIUZÚ, I., DE OLIVEIRA, R. M., DE JESUS SILVA, K. M., ... & RIGUEIRA, J. P. S. Consortium of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and Brachiaria grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) under different doses of atrazine. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 31647-31659, 2020.

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

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, J. F. G.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P.; BENITES, V. M.; GUIMARÃES JÚNNYOR, W. S.; BENTO, J. C. Chemical and physiscal-hydric characterisation of a red Latosol after five years of management during the summer between-crop season. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1576-1586, 2014.

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, p. 3475-3488, 2013.

UEHARA, T.H.K. **Produtividade de sorgo granífero em consórcio com capim tamani, em diferentes densidades populacionais e sistemas de semeadura.** Dissertação (em Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

#### 4. CAPÍTULO II

### **DENSIDADE DE BRAQUIÁRIA EM CONSÓRCIO COM SORGO VIA SISTEMA DE PLANTIO LANÇO E ENTRELINHA**

### **BRACHIARY DENSITY IN CONSORTIUM WITH SORGHUM BY HAUL AND INTER-ROW PLANTING SYSTEM**

**RESUMO** – O consórcio de sorgo com *Braquiaria ruziziensis* permite a produção de grãos e biomassa no inverno. Neste sentido, este estudo teve por objetivo avaliar as diferentes densidades de *B. ruziziensis* em sistema de consórcio entrelinha e lanço com a cultura do sorgo. Os experimentos foram conduzidos na entressafra 2018 e safra soja 2018/2019, foram instalados no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2 com quatro repetições, correspondendo a cinco densidades de sementes da *B. ruziziensis* (0, 25, 50, 75 e 100 sementes puras viáveis m<sup>-2</sup>) e dois sistemas de semeadura (lanço e entrelinha). O sorgo granífero utilizado foi o DKB380. Após a entressafra foi semeada a cultura da soja M7739IPRO. Durante o consórcio foram avaliadas as características de panículas colhidas, altura, índices de clorofila da planta de sorgo, percentual de cobertura vegetal, peso de mil grãos, produtividade de grãos de sorgo. Na cultura da soja foram avaliadas, população inicial e final, altura de plantas e inserção de primeira vagem, número de vagens da haste primária e secundária da planta de soja, e produtividade de grãos de soja. A viabilidade financeira do sistema de consórcio foi avaliada. O aumento de cobertura vegetal foi proporcional ao aumento

de densidade de *B. ruziziensis*. O sistema a lanço resultou em maior produtividade de grãos de sorgo e de soja que o sistema entrelinha de semeadura. É necessário avaliar menores densidades de sementes de braquiária, para aferição da viabilidade financeira.

**PALAVRAS-CHAVE:** *B. ruziziensis*; população; entressafra; biomassa;

**ABSTRACT** - The sorghum consortium with *Braquiaria ruziziensis* allows the production of grains and biomass in winter. In this sense, this study aimed to evaluate the different densities of *B. ruziziensis* intercropping system by haul or inter-row with sorghum culture. The experiments were conducted in the off-season 2018 and soybean harvest 2018/2019, were installed in a randomized block design in a 5x2 factorial scheme with four replications, corresponding to five seeds densities of *B. ruziziensis* (0, 25, 50, 75 and 100 seeds viable pure m<sup>-2</sup>) and two seeding systems (haul and inter-row). The grain sorghum used was DKB380. After the off-season, the cultivation of M7739IPRO soybean was sown. During the consortium, the characteristics of harvested panicles, height, chlorophyll index of the sorghum plant, percentage of vegetation cover, weight of a thousand grains, productivity of sorghum grains were evaluated. In the soybean culture, initial and final population, plant height and first pod insertion, number of pods of the primary and secondary stem of the soybean plant, and soybean yield were evaluated. The financial viability of the consortium system was assessed. The increase in vegetation cover was proportional to the increase in density of *B. ruziziensis*. The haul system resulted in higher productivity of sorghum and soybeans than the inter-row system. It is necessary to evaluate lower densities of brachiaria seeds to assess financial viability.

**KEYWORDS:** *B. ruziziensis*; population; off-season; biomass;

#### 4.1. INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo tem sido ótima alternativa de produção de grãos entre os plantios de soja no Centro-Oeste do Brasil. A mesma apresenta valor nutricional similar

ao milho, menor custo de produção, boa adaptação aos diversos tipo de ambiente e situações de déficit hídrico (Cysne & Pitombeira, 2012).

O cultivo de sorgo se encontra em expansão no Brasil, que se dá, principalmente na região do Cerrado brasileiro, onde há opção por um plantio mais tardio na entressafra quando comparado ao milho (Mateus et al., 2016), e sistemas integrados para formação de pastos ou melhores níveis de cobertura vegetal favorecendo a safra verão (Balbino et al., 2011; Albuquerque et al., 2020).

O sorgo granífero vem sendo cultivado em consórcio em sistemas integrados com espécies do gênero *Brachiaria*, com resultados positivos (Silva et al., 2013; Mateus et al., 2016), para ambas as culturas, porque a morfologia não interfere no desenvolvimento das forrageiras (Horvathy Neto et al., 2014; Silva et al., 2015; Ribeiro et al., 2015; Silva et al., 2017; Ambus et al., 2018).

A *Brachiaria ruziziensis* é uma das mais utilizadas em sistemas integrados, é relativamente exigente em nutrientes, não tolera climas frios, apresenta porte baixo, crescimento estolonífero, com excelente cobertura de solo (Duarte et al., 2019). No entanto, deve ser considerado a densidade de sementes utilizadas, para evitar a competição com a produção de grãos de sorgo e produzir quantidade de biomassa adequada para a cobertura de solo na entressafra, sendo essa uma das premissas do sistema integrado.

O benefício de manter e repor a biomassa, possibilitando solos bem drenados, com maior taxa de infiltração e disponibilidade de nutrientes, pode reduzir o evento da erosão e melhorar as características bioquímicas e físicas do solo (Mateus et al., 2016; Pariz et al., 2017). A produção de biomassa vegetal e melhora da estrutura do solo são fatores de extrema importância para a cultura a ser instalada, sequencialmente, no sistema de produção, como a soja, por exemplo. Isto torna vantajoso para supressão de plantas daninhas (Lima et al., 2014) e manutenção hídrica do solo em eventuais intempéries climáticas (ausência de chuvas por longo período) durante o desenvolvimento da cultura.

Como a cultura do sorgo granífero é pouco pesquisada em sistemas integrados, há a necessidade de mais informações com intuito de explorar ambas as espécies, a densidade de semeadura e sistemas de plantio utilizados. Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar a influência do incremento de densidade de semeadura de *Brachiaria ruziziensis*, no sistema de plantio do consórcio, na produtividade de grãos de sorgo e percentual de cobertura do solo, como também avaliar a influência deste sistema no rendimento de grãos da cultura de soja.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados a campo na entressafra 2018 e safra 2018/19, no município de Montividiu (17°22'58''S e 51°22'40''O, 905 m de altitude). O consórcio foi semeado em 10 de março de 2018 e a cultura da soja foi semeada de acordo com o início das chuvas na região, na data de 15 de outubro de 2018. O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2018).

O clima da região é do tipo tropical (Aw), com período seco no inverno e concentração de chuvas no verão. As médias anuais de precipitações de chuva e temperatura na região são de 1.500 mm e 23°C, respectivamente (Cardoso et al., 2015). Os dados meteorológicos coletados da estação de Montividiu – GO (CPC/NOAA) nos anos dos experimentos estão dispostos na Figura 4.

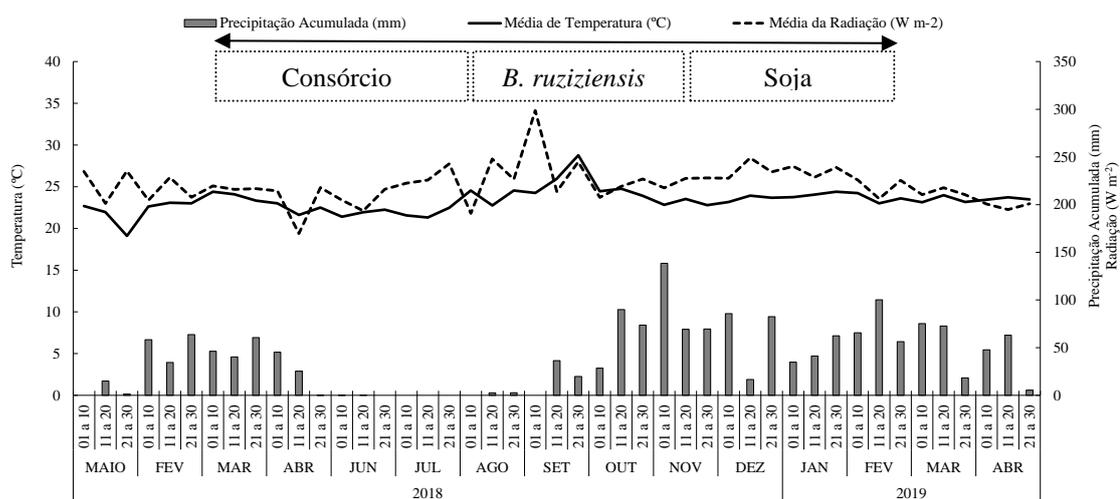


Figura 4. Dados meteorológicos no período de condução do experimento. Montividiu, Goiás, 2018.

### Ensaio Sorgo + *Brachiaria*

O híbrido de sorgo utilizado foi BRS 380 (ciclo precoce, grãos alaranjados e sem tanino) por sua adaptação e boa performance nas áreas agrícolas da região sudoeste de Goiás. Foi implantado consórcio de sorgo com *Brachiaria ruzizienses* semeada na entrelinha e a lanço (2 métodos de plantio), em blocos casualizados, com cinco densidades de semeadura (0, 25, 50, 75 e 100 sementes puras viáveis m<sup>-2</sup> de *B. ruzizienses*) com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de onze linhas de semeadura do sorgo

granífero, com 5,0 m de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. A área útil foi obtida considerando as cinco fileiras centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade (8 m<sup>2</sup>).

O teste de emergência em leito de areia foi realizado para aferição do índice de germinação da semente *B. ruziziensis*. A quantidade de sementes de *B. ruziziensis* utilizada para cada parcela foram calculadas considerando a qualidade da semente (QS) (índice de pureza e germinação), peso de sementes (PS), tamanho da parcela (TP) e número de sementes viáveis por m<sup>-2</sup> (NSV) desejado, usando a fórmula  $[(PS \times NSV \times TP \times 100) / QS]$ . O peso de semente de *B. ruziziensis* foi determinado utilizando o peso de mil sementes. Para a cultura do sorgo foi empregada população final de 200.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O manejo das plantas daninhas foi realizado após a colheita de soja (safra anterior) por meio da utilização de [dicloreto de paraquate+diurom], visando o controle, principalmente da soja tiguera (Lima et al., 2011). O plantio e adubação de sorgo foram realizados utilizando uma semeadora, com regulagem de sementes a 2 cm de profundidade. As sementes de *B. ruzizienses* foram semeadas manualmente na entrelinha do sorgo a 10 cm de profundidade e no sistema a lanço, de acordo com a densidade desejada para cada parcela. Sorgo e braquiária foram semeadas na mesma data.

No consórcio e testemunha, somente o sorgo foi adubado, seguindo as recomendações da cultura (Sousa; Lobato, 2004), de acordo com as análises de solo. A adubação de cobertura foi realizada mecanicamente com a aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (ureia), 25 dias após da emergência (DAE). O controle de plantas daninhas foi realizado vinte dias após a emergência das plântulas de sorgo por meio de capina, para evitar possíveis interferências no desenvolvimento do sorgo e da braquiária. Para o controle de *Spodoptera frugiperda* foi realizada aplicação de inseticida (Tiametoxam + Lambda-cialotrina 42,3 g + 31,80 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), 30 dias após a semeadura, com uso do pulverizador tratorizado com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A colheita do sorgo foi realizada em julho, momento em que a planta havia atingido o seu ponto de maturidade fisiológica. Na cultura do sorgo, foram avaliadas as características de: medido o índice de clorofila via SPAD (utilizou-se um medidor SPAD-502, no terço médio de cada folha, evitando-se as bordas foliares e a região da nervura central, no estágio V8 da cultura do sorgo); a produtividade de grãos (colheita das panículas, com posterior debulha e pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%, convertendo os dados para sacos ha<sup>-1</sup>); peso de mil grãos (determinação do peso de mil grãos, escolhidos aleatoriamente a partir da amostra de rendimento de grãos,

com correção da umidade para 13%); altura de plantas (medição do colo até a extremidade da panícula em dez plantas escolhidas aleatoriamente). A população de plantas foi determinada considerando o número total de panículas colhidas na parcela.

A contribuição das plantas de braquiária no sistema consorciado foi quantificada através da porcentagem de cobertura vegetal na colheita do sorgo (CV1) e anterior a semeadura da soja (CV2). Esta análise compreendeu a avaliação em três pontos aleatórios em cada parcela, com o uso de um quadrado de ferro de dimensões de 0,5 x 0,5 m, que continha uma linha em diagonal com dez pontos equidistantes. A determinação da porcentagem de cobertura na superfície do solo foi computada quando esses pontos coincidiram com a presença de cobertura vegetal. Posteriormente, foi feita a média dos três pontos de cada parcela e o valor foi transformado para porcentagem de cobertura vegetal.

Em sequência foi realizada a quantificação de biomassa de sorgo e braquiária, através da diferença de massa do material coletado antes e após a secagem em estufa a 65°C, obtendo-se a quantidade de biomassa seca de cada parcela.

### **Ensaio Soja**

A semeadura de soja ocorreu de acordo com a estabilidade pluviométrica da região (15 de outubro de 2018). A variedade M7739 IPRO foi utilizada para o plantio (hábito de crescimento: semideterminado, grupo de maturação: 7.7). A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo. Os tratos culturais referentes ao controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram efetuados conforme necessidade da cultura.

A colheita da cultura da soja ocorreu em fevereiro, de acordo com o ponto de maturidade fisiológica. As características foram avaliadas na área útil de cada parcela, abrangendo as variáveis população final de plantas de soja, altura de plantas (medição do colo até a inserção do último racemo floral) e de inserção da primeira vagem (medição do solo até a primeira vagem na haste principal), a produtividade (colheita e trilha das plantas, com posterior pesagem e correção da umidade para 13%) e peso de mil grãos (contagem e pesagem de mil grãos a partir da amostra de rendimento de grãos, com correção da umidade para 13%). Ainda, foram colhidas dez plantas contínuas para quantificação do número de vagens da haste principal e secundária.

Avaliou-se a rentabilidade da população de braquiária (RUB) utilizada no consórcio, para identificar a população que possibilita maiores rendimentos e lucratividade, em relação a não utilização do consórcio. Levou-se em consideração o

valor de venda da saca de 60 kg de grãos de sorgo na colheita das plantas, o custo da aquisição da braquiária (CAB) e a população utilizada, calculado pela expressão (MATSUNAGA et al., 1976):

$$RUB = ((Y_{(i)} - Y_{(controle)})/60) \times VC - ((CAB \times DOSE))$$

Nesta expressão tem-se:

RUB: Rentabilidade de utilização de braquiária, em R\$ ha<sup>-1</sup>

Y<sub>(i)</sub>: rendimento de grãos, em kg ha<sup>-1</sup>, do tratamento (i);

Y<sub>(controle)</sub>: rendimento de grãos, em kg ha<sup>-1</sup>, do tratamento controle;

VC: valor de comercialização da saca do sorgo;

CAB: custo aquisição do braquiária, em R\$ t<sup>-1</sup>;

DOSE: população de braquiária utilizada.

Através da fórmula acima, avaliou-se também o impacto financeiro da produção da cultura de soja. Levou-se em consideração a diferença de produtividade de grãos de soja de cada tratamento em relação a testemunha (sem consórcio de braquiária com sorgo) e o valor de comercialização da saca de 60 kg de soja. O valor total investido foi calculado através da somatória de: gasto de semente de braquiária e valor da redução de produtividade de grãos de sorgo e soja do sistema consórcio comparado ao monocultivo.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância individual, exceto a rentabilidade e, posteriormente, para a constatação da homogeneidade de variâncias foi realizada análise de variância conjunta. Para o fator densidade de população de braquiária foi aplicado o teste de regressão e para o fator sistema de plantio foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o uso do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

#### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no consórcio de sorgo com diferentes semeaduras de braquiária permitiram constatar que a interação população x sistema de plantio não influenciou as características de população final do sorgo, número de panículas colhidas, altura de plantas, clorofila adaxial e abaxial e peso de mil grãos de sorgo (P>0,05).

Enquanto a característica de produtividade de grãos foi significativa na interação população e sistema de semeadura ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

Os sistemas de plantio utilizado no consórcio (entrelinha e lanço) não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) das médias encontradas para as características de altura de planta, clorofila adaxial e abaxial, peso de mil grãos. Já para as características de população final de plantas ( $136.083 \text{ plantas ha}^{-1}$ ), número de panículas colhidas ( $136.083 \text{ panículas ha}^{-1}$ ) e produtividade de grãos ( $4.678,43 \text{ kg ha}^{-1}$ ) o sistema a lanço apresentou maiores médias (Tabela 3). O fato do desenvolvimento da forrageira ser mais lento em plantio a lanço em sistema de consórcio, favorece o desenvolvimento e produção da cultura granífera (Pariz et. al., 2011).

Segundo Silva et al. (2004), a incorporação das sementes de braquiária é importante para sobrevivência das plantas, pois promove a proteção das sementes, além de manter a umidade e a fixação das plântulas ao solo. A morfologia de algumas espécies de braquiária a torna mais sensível à competição por luz, uma vez que as mesmas possuem touceiras de porte baixo, de alto perfilhamento basal, baixa emissão de estolões, colmo delgado e curtos (Valle et al., 2017; Euclides et al., 2018). Para tanto, faz-se necessário a escolha de densidade de população de *B. ruziziensis* a ser utilizada no sistema de consórcio sem que se estabeleça a competição entre as espécies cultivadas.

As diferentes densidades de sementes de braquiária utilizadas na semeadura do consórcio com o sorgo não apresentaram resultados diferentes ( $P > 0,05$ ) para as características de altura de planta, clorofila adaxial e abaxial e peso de mil grãos de sorgo (Tabela 3). A boa distribuição hídrica ocorrida durante o estabelecimento do desenvolvimento da cultura (Figura 4) pode ter favorecido o crescimento das plantas de sorgo e, conseqüentemente, não proporcionou redução da altura de planta de sorgo, índice de clorofila e peso de mil grãos, com o incremento de densidade de sementes de braquiária. No entanto, houve diferença para população final, número de panículas colhidas e produtividade de grãos de sorgo (Tabela3).

Tabela 3. Resumo de análise de variância para as características população final (POP F); panículas colhidas (PAN COL); altura (ALT); clorofila adaxial (CLOR ADA) e clorofila abaxial (CLOR ABA); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) para o consórcio de sorgo e braquiária, na safrinha 2018, e para as características cobertura vegetal 1 (CV1); cobertura vegetal 2 (CV2); população inicial (POP INI); população final (POP F); altura (ALT); inserção primeira vagem (IPV); vagens haste principal (VAG HP); vagens haste secundária (VAG HS); peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) para o cultivo de soja, em sucessão, na safra 2018/19, em Montividiu, Goiás

<b>Sorgo</b>										
	POP F	PAN COL	ALT	CLOR ADA	CLOR ABA	PMG	PROD			
Bloco (S)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
População (P)	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**			
Sistema (S)	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**			
P*S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*			
C.V.(%)	11,54	10,64	3,47	7,66	7,54	7,26	11,35			
Entrelinha	108.416 b	105.500 b	a	a	a	a	3.559,26 b			
Lanço	136.083 a	136.083 a	a	a	a	a	4.678,43 a			
Média	122.250	120.791	97,90	52,64	51,41	28,22	4.118,85			
<b>Soja</b>										
	CV 1	CV 2	POP INI	POP F	ALT	IPV	VAG HP	VAG HS	PMG	PROD
Bloco (S)	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
População (P)	**	**	*	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
Sistema (S)	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**
P*S	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C.V.(%)	3,14	8,30	10,07	8,79	4,16	10,85	12,35	20,94	0,65	7,09
Entrelinha	a	88,16 a	a	167.450 b	a	14,35 a	a	49,5 a	a	3.846,01 b
Lanço	a	74,53 b	a	180.375 a	a	13,07 b	a	37,37 b	a	4.208,76 a
Média	95,58	81,35	195.000	173.912	52,35	13,71	22,50	43,43	196,75	4.027,38

\*\*, \*, n.s.: Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

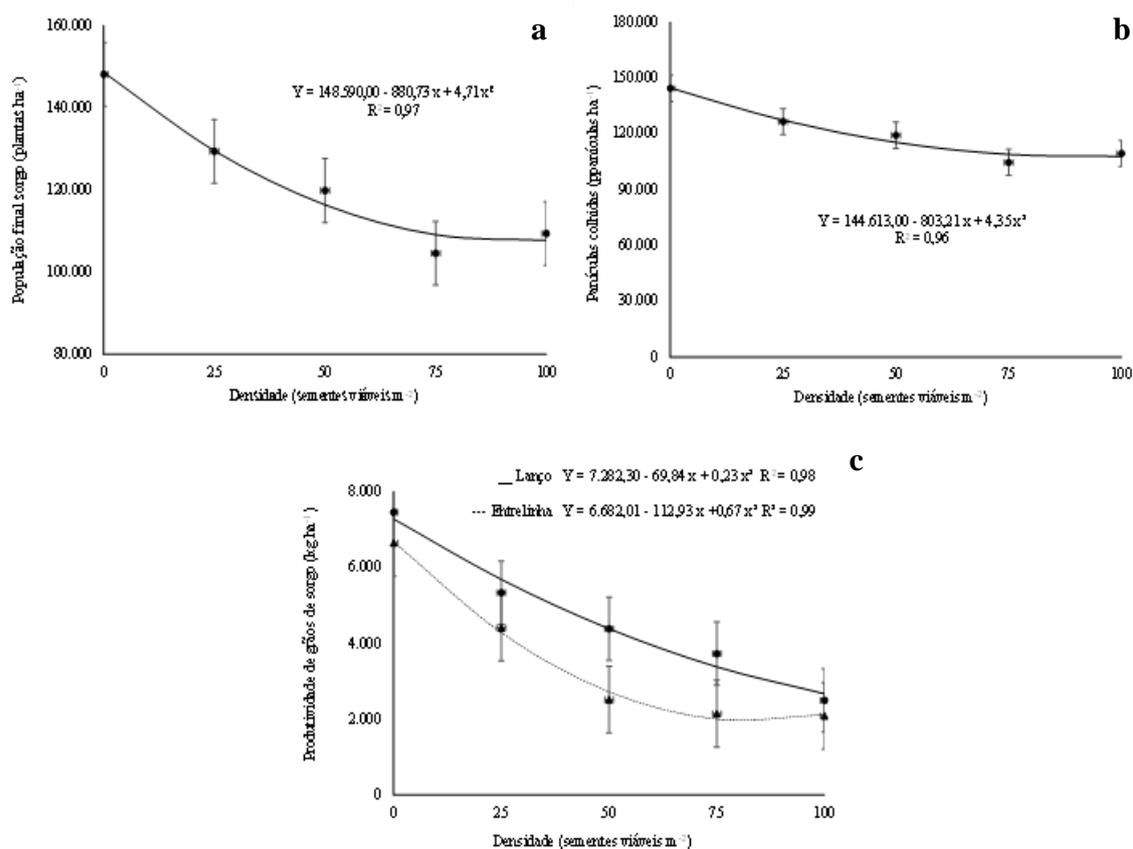


Figura 5: Análise de regressão para população final de plantas de sorgo (5a), panículas colhidas (5b) e produtividade de grãos de sorgo (5c), no ensaio de consórcio de sorgo + *B. ruziziensis*, na safrinha 2018, em Montividiu, Goiás.

Embora a planta de sorgo se caracterize pelo rápido desenvolvimento vegetativo inicial (Fornasieri Filho e Fornasieri, 2009), o incremento de densidade de sementes braquiária no sistema de consórcio com o sorgo reduziu a população de plantas sorgo (Figura 5a). Este fato pode estar relacionado a boa distribuição hídrica (Figura 4), durante o desenvolvimento inicial das espécies cultivadas no consórcio, favorecendo assim, o rápido desenvolvimento das plantas de braquiária, que, quando em maior quantidade, causaram supressão às plantas de sorgo.

O número de panículas colhidas, comprimento e peso de panículas são componentes que influenciam diretamente a produtividade de grãos de sorgo (Silva et al., 2015; Ribeiro et. al., 2015). A característica número de panículas apresentou o comportamento similar à população final de plantas de sorgo, uma vez que a planta de sorgo não apresentou perfilhamento. Sendo assim, com o incremento de densidade de

semente de braquiária ocasionou a redução de panículas colhidas de sorgo quando comparado ao monocultivo de sorgo (Figura 5b).

Os resultados permitiram constatar que o incremento de densidades de semente de *B. ruziziensis* ocasionou a redução da média de produtividade de grãos de sorgo, em ambos os sistemas de semeadura (lanço e entrelinha) quando comparado ao monocultivo (Figura 5c). A produtividade média do sorgo no estado de Goiás é de 3,78 toneladas por hectare, acima da nacional, de 3 t por ha<sup>-1</sup>, durante a safras 18/19 (Conab, 2020). Ao utilizar 50 sementes viáveis m<sup>-2</sup> de braquiária no sistema de consórcio com o sorgo foi possível obter 3.537,6 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de sorgo.

O sistema integrado utilizado mostrou que é possível o aumento de cobertura vegetal (Figura 6a e 6b) e, ainda assim, manter a produtividade de grãos de sorgo acima da média nacional. Possibilitando, desta forma, a manutenção da renda dentro da propriedade (Ambus et al., 2018) e utilização da mesma área agricultável, com maior rendimento em relação ao sistema convencional (Guarnieri et al., 2019).

A partir dos resultados obtidos no cultivo de soja instalado posterior ao sistema de consórcio foi possível constatar que a interação população e sistema de plantio influenciou nas características de população final de plantas e produtividade de grãos de soja (Tabela 3). As características cobertura vegetal 1 e 2, população inicial, altura de inserção da primeira vagem, vagens da haste primária e secundária, peso de mil grãos e produtividade não expressaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na interação população e sistema de semeadura.

A cobertura vegetal no momento 1 (momento da colheita do sorgo) e 2 (momento anterior à semeadura de soja) (Figura 6a e 6b) apresentaram aumento com o incremento de densidade de semeadura. O incremento de produção de biomassa e cobertura do solo durante o inverno, favorece o sistema de plantio direto no Cerrado (Silva et al., 2013; 2015; Borges, et al., 2016).

A população inicial de plantas de soja (Figura 6c) reduziu linearmente com o incremento de densidade de sementes de braquiária, fator este que está diretamente ligado com o índice de cobertura vegetal no solo. Segundo dados obtidos por Maciel et.al. (2003), mostraram que *Brachiaria decumbens* retardou a emergência da soja em cobertura morta de Braquiária e o desenvolvimento da parte aérea.

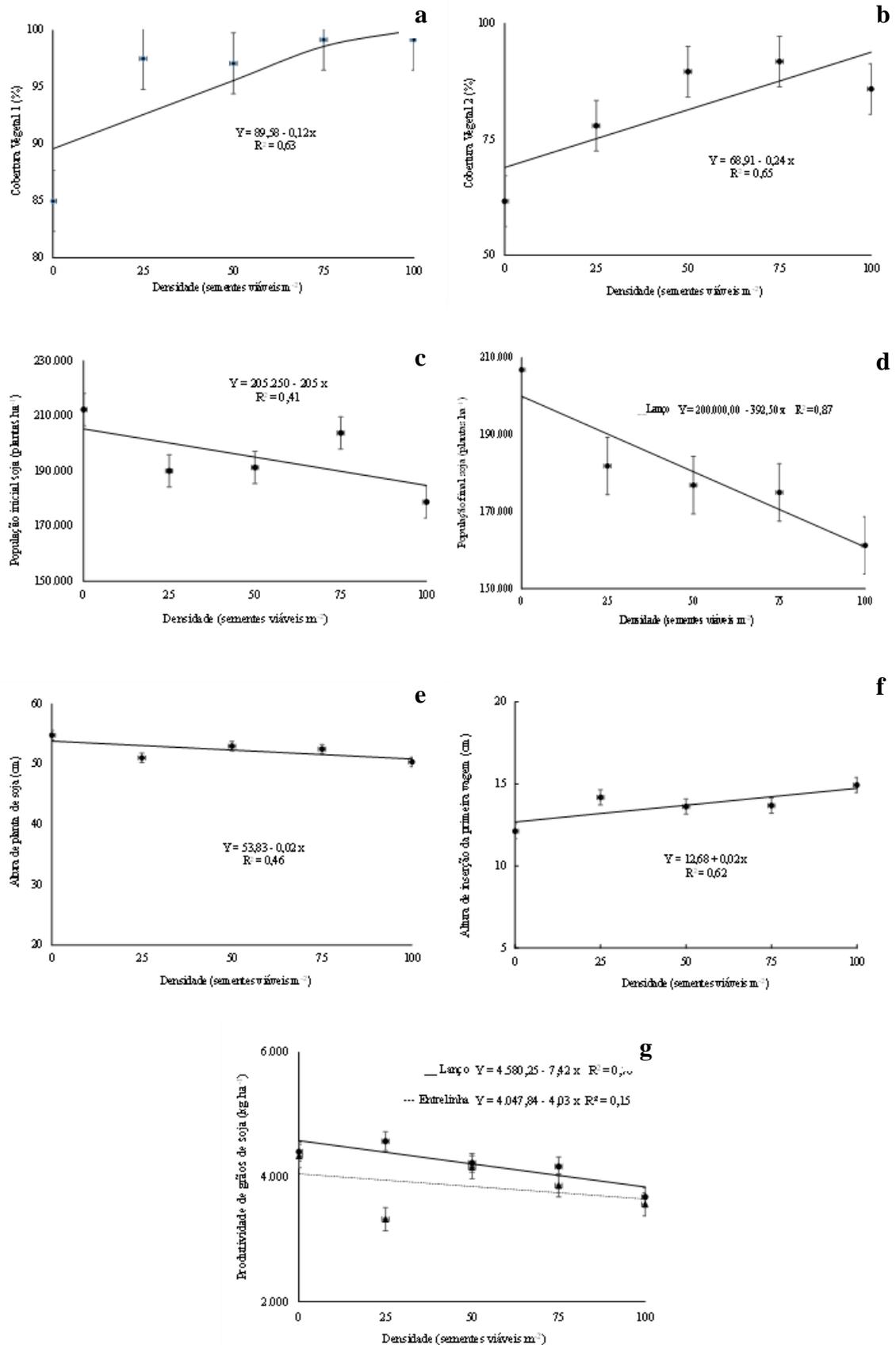


Figura 6: Análise de regressão das características de cobertura vegetal 1 – no momento da colheita do sorgo (6a) e cobertura vegetal 2 – momento anterior à semeadura da soja

(6b), população inicial (6c) e final (6d) de soja, altura de plantas de soja (6e), altura de inserção da primeira vagem (6f) e produtividade de grãos de soja (6g).

A *Braquiaria ruziziensis* é mais susceptível a dessecação com o herbicida glyphosate que outras gramíneas utilizadas no sistema integrado Brighenti et al. (2011). Por outro lado, a grande quantidade de biomassa sob o solo na época de plantio pode elevar o índice de patinação do trator ao realizar a semeadura, assim como tende a provocar “embuxamento” com a palha acumulada na linha da semeadora (Aratani et al., 2009; Correia et. al., 2014).

A população final de plantas de soja (Figura 6d) reduziu linearmente com o incremento de densidade de sementes de braquiária, fator este que está diretamente relacionado com o a população inicial estabelecida pós-plantio. A população final 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 (Ludwig et al., 2011; Hotz et al., 2014;).

A menor população final de soja contribui para menor competição por luz e, por conseguinte, menor altura de plantas (Figura 6e). Segundo trabalho realizado por Mauad et al. (2010), o aumento da densidade de semeadura de soja, aumenta também a competição intraespecífica por água, nutrientes e principalmente por luz, resultando no estiolamento das plantas.

O resultado obtido de altura de inserção de primeira vagem demonstrou que houve estiolamento no processo de germinação, quando submetido aos diferentes níveis de cobertura no solo. Usualmente, busca-se plantas de soja com altura de inserção de primeira vagem variando de 10 a 15 cm (PELUZIO et al., 2009), valores estes encontrados com o incremento de densidade de semeadura de braquiária (Figura 6f). A altura de inserção de primeira vagem impacta diretamente na qualidade operacional da colheita de grão e conseqüentemente produtividade final de soja.

O menor número de plantas de soja ao final do ciclo, juntamente com a menor altura podem ter contribuído para a redução linear de produtividade de grãos (Figura 6g), quando comparado ao monocultivo de sorgo, em regiões com maior temperatura, o aumento da população de plantas contribui no aumento de altura das plantas, favorecendo o aumento dos componentes da produtividade da soja (Rocha et al., 2012).

Tabela 4: Valores percentuais de produtividade de sorgo, soja, valor total investido e cobertura vegetal 2, no ensaio safrinha 2018 e safra 2018/19, em Montividiu, Goiás.

Densidade sementes viáveis m <sup>-2</sup>	Produtividade Sorgo (%)	Produtividade Soja (%)	Valor Total Investido (R\$)	CV 2(%)
0	100% (7.053)	100% (4.314)	0,0	68%
25	70% (4.873)	97% (4.170)	2.672,2	75%
50	49% (3.446)	93% (4.027)	4.551,1	81%
75	41% (2.933)	90% (3.884)	5.470,3	87%
100	32% (2.287)	87% (3.740)	6.531,8	93%

(\*\*) produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>

O sistema integrado é muito visado como forma de melhoria das condições biofísicas do solo e incremento de cobertura vegetal, visando a implantação da cultura de soja, na safra posterior. Esta prática se torna cada vez mais comum no Cerrado, com o propósito de reduzir os prejuízos de produtividade causados quando ocorre a má distribuição hídrica durante a safra verão.

Durante a safrinha 2018 as condições climáticas foram favoráveis para o desenvolvimento das culturas (Figura 4), apresentando boa distribuição hídrica, conseqüentemente, favorecendo o desenvolvimento da braquiária no sistema de consórcio. Este bom desenvolvimento da gramínea no consórcio pode ter contribuído para a redução de produtividade de grãos sorgo em 30%, quando comparado com a densidade de 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup> e o monocultivo. A produtividade de grãos de sorgo e de soja reduziram com o incremento de sementes de braquiária e aumentou a cobertura vegetal (Tabela 4).

As condições climáticas durante a safra verão 2018/19 apresentaram distribuição hídrica regular durante o período de desenvolvimento da soja. Este fato pode ter limitado a utilização do benefício do sistema, uma vez que, a cultura não ficou exposta às condições de estresse hídrico. Neste sentido, para a adoção de densidade de semeadura de braquiária de 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup>, é interessante uma análise da previsão climática, anteriormente, ou caso não seja possível esta interpretação, aderir populações menores que esta.

#### 4.4. CONCLUSÃO

O aumento de cobertura vegetal foi proporcional ao aumento de densidade de *B. ruziziensis*.

O sorgo consorciado com *B. ruziziensis*, em densidade de 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup>, proporcionou maiores produtividades de grãos de sorgo que as demais densidades de sementes utilizadas, e 30% a menos de produtividade em relação ao monocultivo.

O sistema a lanço resultou em maior produtividade de grãos de sorgo e de soja em detrimento do sistema entrelinha de plantio.

A avaliação de menores densidades de sementes de braquiária se faz necessária para aferição da viabilidade financeira.

#### 4.5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; SOUZA, T.H.S.; COSTA, L.M.; ROCHA, F.S.; MONÇÃO, F.P.; RIGUEIRA, J.P.S.; ROCHA JR., V. R. Uso do clorofilômetro e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em cultivares de sorgo granífero e silageiro na região semiárida. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 16976-16993, 2020.

AMBUS, J.V. REICHERT, J.M; GUBIANI, P.I.; CARVALHO, P.C.F. Changes in composition and functional soil properties in long-term no-till integrated crop-livestock system. **Geoderma**, v. 330, p. 232 – 243, 2018.

ARATANI, R.G.; FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho Acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 677-687, 2009.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIDA-SILVA, V.; MORAES, A. D.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALEANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, 2011.

BRIGHENTI, A.M.; SOBRINHO, S.F.; ROCHA, W.S.D.; MARTINS, C.E.; DEMARTINI, D.; COSTA, T.R. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1241-1246, 2011.

BORGES, L.P., SILVA, A.G., GOULART, M.M.P., TEIXEIRA, R.I., SIMON, G.A., COSTA, K.A.P. Seeding density of *Brachiaria ruziziensis* intercropped with grain sorghum and effects on soybean in succession. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 4343-4353, 2016.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geografica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 12 - Décimo segundo levantamento | SETEMBRO 2020 link: file:///C:/Users/S977722/Downloads/BoletimZGrosZSetembroZ2020Z-ZCompleto.pdf

- CORREIA, T.P.S.; SILVA, P.R.A.; SOUSA, S.F.G.; TAVARES, L.A.F.; PALUDO, V. Deposição e danos mecânicos em sementes de sorgo utilizando um mecanismo dosador de fluxo contínuo em ensaio de bancada. **Revista Energia na agricultura**, v. 29, n. 1, p. 22-26, 2014.
- CYSNE, J.R.B., PITOMBEIRA, J.B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 273-278, 2012.
- DUARTE, C. F. D.; PROCHERA, D. L.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; CASSARO, L. H.; FLORES, L. S.; FERNANDES, R. L. Morfogênese de braquiárias sob estresse hídrico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1669-1676, 2019.
- EUCLIDES, V. P. B.; NANTES, N. N.; MONTAGNER, D. B.; ARAÚJO, A. R.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. Z.; VALLE, C. B. Beef cattle performance in response to Ipyporã and Marandu Brachiaria grass cultivars under rotational stocking management. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, n. 8, 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, 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.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 202 p.
- GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, C. B. Características agronômicas e produtivas do milho e capim paiaguás em sistemas integrados de produção. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185-1198, 2019.
- HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; ASSIS R. L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.
- 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, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMEIDA, D. P.; SILVA, U. R. Weed suppression in the formation of brachiarias under three sowing methods. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 699-707, 2014.
- LIMA, D. B. C., DA SILVA, A. G., DE OLIVEIRA PROCÓPIO, S., DE LEMOS BARROSO, A. L., & DE ALMEIDA DAN, H. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready® em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 64-70, 2011.

- LUDWIG, M.P.; DUTRA, L.M.C; LUCCA FILHO, O.A. ZABOT, L.; JAVER, A.; UHRY, D. População de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 305-313, 2011.
- MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. *Revista Agrarian*, Dourados-MS, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.
- MACIEL, C. D. G., CORREA, M. R., ALVES, E., NEGRISOLI, E., VELINI, E. D., RODRIGUES, J. D., E BOARO, C. S. F. Influência do manejo da palhada de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max*) e amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). **Planta daninha**, v. 21, n. 3, p. 365-373, 2003.
- MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; BORGHI, E.; COSTA, C.; MARTELLO, J. M.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CASTILHOS, A. M. Sidedress nitrogen application rates to sorghum intercropped with tropical perennial grasses. **Agronomy Journal**, v. 108, p. 433-447, 2016.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, v.41, n.5, p.875-882, 2011.
- PELUZIO, J. M.; VAZ-DE-MELO, A.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; NASCIMENTO, I. R.; FIDELIS, R. R. Variabilidade genética entre cultivares de soja, sob diferentes condições edafoclimáticas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 31-40, 2009.
- RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, V. R.; SILVA, J. T. Grain sorghum intercropping with *Brachiaria brizantha* cultivars in two sowing systems as a double crop. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.39, p. 3759-3766, 2015.
- ROCHA, R.S.; DA SILVA, J.A.L.; NEVES, J.A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C. Desempenho agronômico de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2012.
- SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; ARAUJO FILHO, J. C. DE; OLIVEIRA, J. B. DE; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Edição, Brasília-DF, Embrapa, 2018.
- 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.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; BRACCINI, A. L. Seleção de cultivares de sorgo e braquiária em consórcio para produção de grãos e palhada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 2951-2964, 2015.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; NETO, A. H.; 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. (Suplemento 1).

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; PAIVA, T. W. B.; SEDIYAMA, C. S. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 429-435, 2004.

SOUSA, D.M.G., LOBATO, E. 2004. **Cerrado: correção do solo e adubação**. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, Brasil. 416p.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. B. P.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; MENDES BONATO, A. B.; VERZIGNASSI, J. R.; TORRES, F. Z. V.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; BARRIOS, S. C. L.; DIAS FILHO, M. B.; MACHADO, L. A. Z.; ZIMMER, A. H. BRS Ipyporã (“belo começo” em guarani): híbrido de *Brachiaria* da Embrapa. **Embrapa Gado de Corte**, Comunicado Técnico, n. 137, p. 17, 2017.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento de densidade de *Brachiaria ruziziensis* em ambos sistemas de consórcio ocasionam redução de produtividade de grãos de sorgo, sendo potencializados, quanto maior for o aumento da densidade da forrageira.

Em ambos os sistemas de consórcio, o aumento de densidade de *Brachiaria ruziziensis* proporcionou o aumento de cobertura vegetal, mostrando-se como alternativa para a manutenção de cobertura vegetal por mais tempo nos solos de Cerrado.

O sistema a lanço resultou em maior produtividade de grãos de sorgo que o sistema entrelinha de plantio.

Em anos com distribuição hídrica irregular durante a safra e safrinha, a utilização de 25 sementes viáveis m<sup>-2</sup> é uma alternativa viável visando a produção de sistema integrado consórcio sorgo com forrageira e posterior cultivo de soja.